



AIKUISEN POTILAAN INTRAOPERATIIVINEN VERENPAINEEN TARKKAILU JA HOITO

Kysymyksiä PIUHA -verkkopeliin

Liisi Kosonen
Jonna Niemelä

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013

Hoitotyön koulutusohjelma
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) KOSONEN, Liisi NIEMELÄ, Jonna	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 18.11.2013
	Sivumäärä 75	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi AIKUISEN POTILAAN INTRAOPERATIIVINEN VERENPAINEN TARKKAILU JA HOITO - Kysymyksiä PIUHA-verkkopeliin		
Koulutusohjelma Hoitotyön koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) PAALANEN, Kaisu; RATINEN, Pirkko		
Toimeksiantaja(t) JAMK, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, PIUHA – projekti		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa 20 kysymystä PIUHA -verkkopeliin aikuisen potilaan intraoperatiivisen vaiheen verenpaineen tarkkailusta ja turvaamisesta. PIUHA -verkkopeliä voidaan käyttää perioperatiivisen hoitotyön opetuksessa sekä uusien hoitajien perehdytyksessä. Oppimispelit toimivat opetuksen välineenä muiden perinteisempien opetusmenetelmien rinnalla.</p> <p>Opinnäytetyöhön koottiin teoriamateriaali, jonka pohjalta laadittiin kysymykset. PIUHA -verkkopelin kysymysten tulee perustua tutkittuun tietoon. PIUHA -verkkopeliin laadituissa kysymyksissä käsiteltiin teoriaosuudessa esitellyjä aiheita. Myös opinnäytetyön teoriaosuutta voidaan käyttää opiskelun tukimateriaalina.</p> <p>Verenpaine on yksi verenkierron osatekijöistä ja sen tarkkailu ja turvaaminen intraoperatiivisen vaiheen aikana on anestesiahenkilökunnan vastuulla. Riittämättömästä sekä liian korkeasta verenpaineesta voi seurata vakavia komplikaatioita sekä peruuttamattomia vaurioita potilaalle. Näiden ehkäisemiseksi anestesiahenkilökunnan tulee pystyä reagoimaan verenpaineen muutoksiin asianmukaisilla tavoilla. Intraoperatiivisessa vaiheessa verenpaine reagoi moniin tekijöihin, kuten anestesia-aineisiin, kirurgiseen stimuluseseen, leikkausasentoon ja nestetilavuuden muutoksiin.</p> <p>Verenpaineen turvaamisen keinoina käytetään intraoperatiivisessa vaiheessa pääsääntöisesti neste- ja lääkehoitoa. Anestesiahoitajan tulee hallita potilaan tarkkailu ja turvallinen hoito intraoperatiivisen vaiheen aikana. Hoitajan tulee toimia yhteistyössä anestesia- ja lääketieteen kanssa ja noudattaa hänen antamia hoito-ohjeita.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Verenpaine, perioperatiivinen hoitotyö, verkkopeli		
Muut tiedot Opinnäytetyö on osa PIUHA -projektia		



Author(s) KOSONEN, Liisi NIEMELÄ, Jonna	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 18.11.2013
	Pages 75	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title MAINTENANCE AND TREATMENT OF ADULT PATIENTS' BLOOD PRESSURE DURING INTRAOPERATIVE CARE – questions for the PIUHA – computer assisted learning game		
Degree Programme Nursing		
Tutor(s) PAALANEN, Kaisu; RATINEN, Pirkko		
Assigned by JAMK University of Applied Sciences, PIUHA -project		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to create 20 questions for an interactive computer assisted learning game called PIUHA. The focus of the thesis is on the maintenance and treatment of adult patients' blood pressure during intraoperative care. The game can be used as a tool of learning perioperative nursing and in the orientation of new nurses. Computer assisted learning games can be used as a teaching method along with more traditional teaching methods.</p> <p>Reference material was collected for the thesis in order to compile the theory part on which the questions were based. The principle was that the questions had to be based on research information. Hence, the questions dealt with issues raised by the theory part. The theory part can also be used as a support material in nursing studies.</p> <p>Blood pressure is a part of circulation, and the responsibility for monitoring and maintaining it belongs to the anesthetic personnel during the intraoperative phase. Severe complications and irreversible damage can be caused by too low or too high blood pressure. To prevent these the anesthetic personnel must be able to react to the changes in blood pressure in proper ways. During the intraoperative phase blood pressure reacts to many factors such as the anesthetics, surgical stimuli, positioning and changes in the volume of fluids.</p> <p>Fluid and drug treatments are mainly used to secure a patient's intraoperative blood pressure. The anesthetic nurse must possess the skills of observation and safe treatment of the patient during the intraoperative phase. The anesthetic nurse works with an anesthesiologist and follows his/her treatment orders.</p>		
Keywords Blood pressure, perioperative nursing, computer assisted learning game		
Miscellaneous This thesis is a part of PIUHA -project.		

Sisältö

1	Johdanto	1
2	PIUHA-projekti	2
3	Anestesia-sairaanhoidajan rooli intraoperatiivisen verenpaineen tarkkailijana ja turvaajana	3
3.1	Sairaanhoidajan yleiset osaamisvaatimukset.....	3
3.2	Anestesia-sairaanhoidajan osaamisvaatimukset	4
4	Verenkierto- ja hengityselimistön anatomian ja fysiologian vaikutukset verenpaineeseen	5
4.1	Verenkiertoelimistön anatomiaa.....	5
4.2	Verenkiertoelimistö verenpaineen säätelijänä	8
4.3	Hermosto osana verenpaineen säätelyä	9
4.4	Hengityselimistön merkitys verenpaineen säätelyssä.....	10
4.5	Munuaisten, hormonien ja happo-emästasapainon vaikutus verenpaineeseen.....	11
4.6	Stressin vaikutus verenpaineeseen.....	12
5	Verenpaineen tarkkailu leikkauksen aikana	13
5.1	Perusteita intraoperatiiviselle verenpaineen tarkkailulle	13
5.2	Verenpaineen mittausvälineet	15
5.3	Leikkauksen aikainen hypotensio: syitä ja seurauksia	17
5.4	Leikkauksen aikainen hypertensio: syitä ja seurauksia.....	19
6	Nestehoito osana intraoperatiivista verenpaineen tarkkailua ja turvaamista ..	20
6.1	Perioperatiivinen nestehoito	20
6.2	Vuotojen korjaus	23
6.3	Nestehoidossa käytettävät nesteet ja niiden käyttöaiheet.....	23
7	Leikkausasennon vaikutus verenpaineeseen	26
8	Leikkauskivun vaikutukset verenpaineeseen	32
9	Yleisanestesian ja puudutusten vaikutus verenpaineeseen	33
9.1	Yleisanestesia-tyypit.....	34
9.2	Regionaalisia puudutuksia	35
10	Anestesian aikana käytettäviä lääkkeitä: vaikutuksia verenpaineisiin	38
10.1	Laskimonsisäiset anesteetit.....	38
10.2	Inhaloitavat anesteetit	40
10.3	Bentsodiatsepiinit.....	41

10.4	Hypotension hoitoon käytettäviä lääkkeitä	42
10.5	Hypertension hoitoon käytettäviä lääkkeitä	44
10.6	Opioidit	45
10.7	Lihaskrelaksantit	46
10.8	Puudutteen.....	47
11	Lämpötilan merkitys verenpaineeseen leikkauksen aikana	48
12	Olemassa olevan verenpainetaudin ja – lääkeyksen vaikutus anestesiaan ja leikkaukseen.....	49
13	Tietokoneavusteinen oppiminen.....	50
13.1	Anestesiahoitajan ammattiin oppiminen.....	50
13.2	Tietokoneavusteinen oppiminen	51
13.3	Motivaation merkitys oppimisessa	53
14	Pohdinta.....	55
14.1	Verenpaineen tarkkailun merkitys ja anestesiahoitajan rooli sen turvaamisessa	55
14.2	Opinnäytetyön käytännön toteutus ja tiedonhankinta.....	56
14.3	Luotettavuus ja eettisyys.....	57
14.4	Kysymysten onnistuminen ja jatkotoimenpiteet.....	59
LÄHTEET		60
LIITTEET		70
Liite 1: PIUHA -verkkopelin kysymykset		70

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tuottaa sisältöä Jyväskylän ammattikorkeakoulun PIUHA-projektissa kehiteltävään verkkopeliin. Projekti toimii opinnäytetyön toimeksiantajana. Verkkopeli tulee toimimaan yhtenä oppimisen välineenä hoitotyön opiskelijoille ja perehtyville hoitajille sekä tukena hoitotyötä jo pidempään tehneille perioperatiivisesta hoitotyöstä kiinnostuneille hoitajille.

Pelien hyödyntämisestä oppimismenetelmänä on saatu positiivisia tuloksia. Opiskelijat suhtautuvat pääsääntöisesti myönteisesti tietokoneavusteiseen oppimiseen. Onnistuessaan PIUHA-verkkopelin kysymykset tarjoavat pelaajalleen sopivan taseisia haasteita, jotka kannustavat ja motivoivat pelaajaa oppimaan lisää. (Ronimus 2013, 4-6, Cullingford & Haq 2009, 40.)

Verenkierron turvaaminen anestesian aikana on anestesiahenkilökunnan tärkeimpiä tehtäviä. Ilman toimivaa verenkiertoa ihminen menehtyy minuuteissa. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri & Vierimaa 2008, 145; Lukkari, Kinnunen & Korte 2013, 314.) Anestesiahoitaja toteuttaa anestesiahoitajilta saamiensa ohjeiden mukaista lääke- ja nestehoitoa ja vastaa potilaan elintoimintojen turvaamisesta valvontalaitteiden, omien havaintojensa ja intuitionsa avulla leikkauksen aikana. (Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset 2006, 1-4; Lukkari ym. 2013, 305–309.)

Verenkierron osatekijöistä tähän opinnäytetyöhön on valittu tarkastelun kohteeksi verenpaine. Aihe on rajattu koskemaan aikuisen potilaan intraoperatiivisen vaiheen verenpaineen tarkkailua ja turvaamista. Aiheesta on laadittu 20 kysymystä vastausvaihtoehtoineen. PIUHA-projektilla on toimeksiantajana kysymysten käyttöoikeudet sekä valta ja vastuu päättää, täyttävätkö kysymykset verkkopelin laatuvaatimukset (Mäkelä 2013).

Anestesiologisen sairaanhoidon erikoiskoulutus on päättynyt Suomessa

vuonna 1994 (Anestesiahoitajan koulutus 1996, 34). Tänä päivänä ammattikorkeakoulusta valmistuvat sairaanhoitajat käyttävät nimikettä sairaanhoitaja (AMK) (Hakeudu alalle 2013). Tässä opinnäytetyössä puhuttaessa anestesiahoitajasta tai hoitajasta, tarkoitetaan juuri kyseisiä sairaanhoitaja (AMK) -tutkinnon suorittaneita, perioperatiiviseen anestesiahoitotyöhön suuntautuneita sairaanhoitajia, jotka työskentelevät leikkausosastolla sekä ennen vuotta 1994 valmistuneita anestesiologisen sairaanhoidon erikoiskoulutuksen saaneita anestesiahoitajia. Suomen Anestesiahoitajat ry käyttää anestesiahoitotyötä tekevistä sairaanhoitajista nimikettä anestesiahoitaja, joten tässä opinnäytetyössä oli luontevaa käyttää samaa titteliä (Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset 2006).

2 PIUHA-projekti

PIUHA -projekti sai alkunsa JAMK:n hoitotyön lehtorin ideasta kehittää oppimispeli yhdeksi perioperatiivisen hoitotyön opetusmenetelmäksi. Projektin rahoitus järjestyi Euroopan sosiaalirahastolta ESR:ltä, joka edistää työllisyyttä ja oppimista tukevia hankkeita. (Mäkelä 2013; PIUHA - Tietokoneavusteinen oppiminen ja potilasohjaus sairaalaympäristössä.)

Projektin alussa Jyväskylän Yliopisto tutustui JAMK:n opiskelijoiden opinto-suunnitelmiin ja haastatteli hoitotyön opettajia kartoittaen näin millaisia tarpeita ja toiveita oppimispelin suhteen olisi. Rajallisen budjetin vuoksi PIUHA:ssa panostettiin alusta lähtien pedagogisesti laadukkaaseen ja tutkituun tietoon perustuvaan sisältöön visuaalisen ulkonäön sijaan. Tärkeänä tavoitteena oli luoda verkkopeli, joka toimii eri mobiililaitteilla, ja jota henkilö voi pelata olematta sidottuna aikaan ja paikkaan. Peliä voi pelata yksin tai ryhmässä. (Mäkelä 2013.)

JAMK hallinnoi projektia. Yhteistyökumppaneina toimivat Jyväskylän Yliopiston tietojenkäsittelytieteiden laitos ja Keski-Suomen sairaanhoitopiiri. Päävastuussa sisällön tuottamisesta ovat JAMK:n opiskelijat hoitotyön opettajien ja PIUHA:n projektipäällikön ohjaamina. Opiskelijat ovat tuottaneet sisältöä muun muassa opinnäytetöissään ja Työelämälähtöinen kehittämistoiminta -opintojaksolla. (Mäkelä 2013; PIUHA - Tietokoneavusteinen oppiminen ja potilasohjaus sairaalaympäristössä.)

Valmiissa verkkopelissä tulee olemaan kysymyksiä vastausvaihtoehtoineen sekä valokuvia potilaan perioperatiivisen hoitoprosessin eri vaiheista. Näin ollen verkkopeli voi toimia osana simulaatio-opetusta, esimerkiksi opiskelijoiden valmistautuessa laboraatiotunneille. Peli ei kuitenkaan ole perinteinen simulaatio-opetusväline vaan rinnastettavissa paremminkin tietovisa-tyyppiin. (Mäkelä 2013.)

3 Anestesia- ja sairaanhoitajan rooli intraoperatiivisen verenpaineen tarkkailijana ja turvaajana

3.1 Sairaanhoitajan yleiset osaamisvaatimukset

Sairaanhoitaja on hoitotyön asiantuntija, jonka työ perustuu hoitotieteeseen. Tämän lisäksi sairaanhoitaja hyödyntää kaikessa toiminnassaan monitieteistä tietoperustaa. Sairaanhoitajan osaamisvaatimukseen kuuluu hyödyntää muun muassa ajantasaista lääketieteeseen, fysiologiaan, anatomiaan ja farmakologiaan perustuvaa teoriaa. Sairaanhoitaja toimii ammatissaan itsenäisesti toteuttaen lääkärin ohjeiden mukaista lääketieteellistä hoitoa. (Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon 2006, 63, 68.)

Sairaanhoitajan ammatillinen osaaminen perustuu kymmeneen osaamisalueeseen. Nämä ovat 1) kliininen hoitotyö, 2) lääkehoito, 3) hoitotyön päätöksenteko, 4) terveyden edistäminen, 5) yhteistyö niin potilaan, omaisten kuin työyhteisön jäsenten kanssa, 6) ohjaus ja opetus, 7) monikulttuurinen hoitotyö, 8) yhteiskunnallinen toiminta, 9) tutkimus- ja kehittämistyö ja johtaminen sekä 10) toiminnan eettisyys. (Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon 2006, 63–64.) Intraoperatiivisessa vaiheessa anestesiahoitajalta vaaditaan kaikkien yllämainittujen osaamisalueiden hallintaa, mutta verenpaineen tarkkailun ja turvaamisen kannalta korostuvat kliinisen hoitotyön sekä lääkehoidon osaaminen. Haitallisia verenpaineen muutoksia hoidetaan optimoimalla nesteytystä ja lääkitystä. (Liukas, Niiranen & Räisänen 2013.)

Kliinisen hoitotyön osaamisalueeseen lukeutuu vahva teoriaosaaminen muun muassa anatomian, fysiologian, patofysiologian ja farmakologian aloilta. Sairaanhoitajan tulee kyetä peruselintoimintojen tarkkailuun, ylläpitoon ja peruselvytykseen sekä kivun hoitotyöhön. Hänen tulee hallita hoidon tarpeen arviointi potilaan kokonaistilanne huomioon ottaen ja sopeuttaa toimintansa sen mukaisesti. Hoitotyö vaatii ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja, kaikkien apuvälineiden ja auttamismenetelmien hallintaa ja virheetöntä lääkehoitoa. (Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon 2006, 68–69.)

Lääkehoidon osaamiseen kuuluu lääkelaskutaidot ja kyky ymmärtää lääkeaineiden farmakologiaa eri potilasryhmiä hoidettaessa. Suonensisäinen lääke- ja nestehoito sekä verituotteiden siirrot kuuluvat sairaanhoitajien lääkehoidon osaamisalueeseen. (Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon 2006, 68–69.)

3.2 Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset

Anestesiahoitaja ja anestesiahoitaja toimivat tiiviissä yhteistyössä.

Anestesiahoitaja valitsee potilaan kokonaistilanteen ja kirurgian vaatimukset

huomioiden potilaalle sopivan anestesianmuodon. Intraoperatiivisessa vaiheessa hän vastaa potilaan anestesian aloituksesta eli induktiosta ja päättämisestä, laajoista puudutuksista ja lääke- ja nestemääräysten antamisesta. Anestesiaalääkäri tarkistaa anestesian ylläpidon sujumisen aika ajoin ja on paikalla poikkeustilanteissa. (Lukkari ym. 2013, 305–307.)

Anestesia-asiaan hoitaja toimii intraoperatiivisessa vaiheessa anestesiaalääkärin apuna ja itsenäisesti. Hoitaja toteuttaa lääkärin määräysten mukaisesti lääke- ja nestehoitoa ja valvoo potilasta anestesian ajan. Anestesia-asiaan hoitajan on pystyttävä tulkitsemaan valvontalaitteiden antamaa tietoa sekä omia havaintojaan potilaan voinnissa tapahtuvista muutoksista ja reagoitava niihin asianmukaisesti. Hoitaja tiedottaa tekemistään havainnoista anestesiaalääkäriä ja leikkaustiimiä. (Lukkari ym. 2013, 307–309; Anestesia-asiaan hoitajan osaamisvaatimukset 2006.)

4 Verenkierto- ja hengityselimistön anatomian ja fysiologian vaikutukset verenpaineeseen

4.1 Verenkiertoelimistön anatomiaa

Verenkiertoelimistö muodostuu sydäimestä ja verisuonistosta (Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie 2011, 268). Ihmisen verenkiertoelimistön verisuonet jakautuvat kolmeen päätyyppiin: valtimoihin, laskimoihin ja hiussuoniin. Veren virtaaminen verisuonistossa perustuu paine-eroihin, joita sydämen rytmisen supistustyö yhdessä verisuonten vastuksen ja elimien autoregulaation sekä pienimpien valtimoiden eli arterioleiden hermostollis-hormonaalisen säätelyn kanssa aiheuttavat. (Bjålie, Haug, Sand & Sjaastad 2009, 220, 230, 244–245.)

Sydäimestä lähtevä aortta on suurin valtimo, josta kaikki muut elimistön valtimot haarautuvat. **Valtimot** (arteriat) ovat paksuseinäisiä ja kimmoisia suonia. Pienimmät valtimot ovat arterioleita. Valtimot, erityisesti arteriolit, säätelevät läpimittaansa muuttamalla veren virtausta ja siten verenpainetta. Veri kiertää valtimoissa sydämen sykäyksittäistä toimintaa mukaillen. (Leppäluoto ym. 2008, 163, 166, 173.)

Laskimosuonet ovat valtimoita ohutseinäisempiä, ja niissä vallitsee merkittävästi pienempi paine kuin valtimoissa. Laskimoita on kaksi kertaa enemmän kuin valtimoita, joten suurin osa ihmisen verestä on laskimoissa. Veri kulkee laskimoissa luustolihasen pumppaustoiminnan, raajojen laskimoissa sijaitsevien takaisinvirtausta estävien läppien ja valtimoista välittyvien paineaaltojen avulla. (Leppäluoto ym. 2008, 168, 173.)

Hiussuonet sijaitsevat pienimpien valtimoiden (arteriolit) ja pienimpien laskimoiden (venulit) välissä. Hiussuonissa tapahtuu elimistön kaasujen vaihto ja ravinteiden ja kuona-aineiden siirtyminen. Kudokset luovuttavat kuona-aineet ja hiilidioksidin veren kuljetettavaksi, ja verestä siirtyy happi ja ravinteet kudosten käyttöön. **Imusuonisto** täydentää verenkiertoa, sillä se palauttaa kudoksista nestettä (lymfää) takaisin verenkiertoon. (Leppäluoto ym. 2008, 167, 172.)

Veri on erikoistunutta side- ja tukikudosta, joka muodostuu punasoluista, plasmasta, verihiutaleista ja valkosoluista. Plasma sisältää valkuaisia ja hyytymistekijöitä. Ikä ja ihmisen koko vaikuttavat verimäärään, mutta elimistön nestetasapainon ollessa normaali (normovolemia), on aikuisen ihmisen verimäärä noin 5 l. (Leppäluoto ym. 2008, 130–131.) Ravinteiden, kuona-aineiden ja kaasujen lisäksi veri kuljettaa elimistön viestiaineita kuten hormoneita ja entsyymejä sekä lämpöä. Veri osallistuu elimistön tasapainotilan eli homeostaasin ylläpitoon säätelemällä osaltaan happo-emästasapainoa, elektro-

lyyttipitoisuuksia, osmolaliteettia ja nestemäärää. (Sand ym. 2011, 268; Leppäluoto ym. 2008, 130 -131.)

Sydän on kahdesta pumpusta muodostuva ontto, sykkivä elin. Sen oikea puoli pumpppaa verta keuhkoverenkiertoon ja vasen puoli muualle elimistöön. (Sand ym. 2011, 268.) Pumpppaustoiminta perustuu sydämen omaan sähköiseen johtumisjärjestelmään (mts. 274). Oikean puoliskon muodostavat oikea eteinen, oikea kammio sekä niiden väliin jäävä eteis-kammioläppä, kolmiliuskaläppä. Sydämen oikean kammion ja keuhkovaltimon väliin jää keuhkovaltimoläppä. Vasemman sydämen puoliskon muodostavat vasen eteinen, vasen kammio ja niiden välissä oleva eteis-kammioläppä, hiippaläppä. Vasemman kammion ja aortan väliin jää aorttaläppä. Läpät päästävät veren kulkemaan vain yhteen suuntaan. (Sand ym. 2011, 270–271.) Sydämen toimintakierto jakautuu kahteen vaiheeseen: systoleen ja diastoleen. Diastolen aikana sydän täyttyy verellä ja systolen aikana veri pumpataan aktiivisesti eteenpäin. (Leppäluoto ym. 2008, 154–155.)

Sydämen molemmat puoliskot pumpppaavat levossa ihmisen normaalin verivolyymin verran eli 5 litraa verta yhdessä minuutissa. Tästä käytetään nimitystä minuuttitilavuus tai minuuttivolyymi (MV). Minuuttivolyymi voidaan laskea sydämen toisen kammion kerralla pumpppaaman verimäärän (ml, iskutilavuus) ja sykkeen (x minuutissa) tuloksesta. (Bjälle ym. 2009, 221, 233.) **Verenpaine** on minuuttitilavuuden ja verisuonten ääreisvastuksen tulos, jolloin kumman tahansa suureneminen nostaa verenpainetta. Vastaavasti kumman tahansa pieneneminen laskee verenpainetta. (Bjälle ym. 2009, 240; Kaukinen 1999, 181). Terve sydän pystyy tehostamaan toimintaansa muuttamalla sykettä ja iskutilavuutta sisäisen säätelymekanisminsa turvin niin, että kaikki laskimoista tuleva veri ohjautuu eteenpäin (Leppäluoto ym. 2008, 157). Ulkopuolelta sydämen toimintaa säätelee tahdosta riippumaton eli autonominen hermosto sekä sympaattisen hermoston kiihdyttävän vaikutuksen että parasympaattisen hermoston rauhoittavan vaikutuksen turvin (mts. 158).

Keuhkoverenkiertoa sanotaan **pieneksi verenkierroksi** ja muualla elimistössä kiertävää verivolyyymiä **suureksi eli systeemiseksi verenkierroksi** (Bjälle ym. 2009, 220). Suuresta verenkierrasta ala- ja yläonttolaskimoon palaava veri pumpataan sydämen oikean eteisen ja kammion kautta pieneen verenkiertoon eli keuhkoihin. Keuhkoissa hapettunut veri palaa keuhkolaskimoita pitkin sydämen vasempaan eteiseen. Vasemman eteisen täytyttyä sen paine kasvaa vasemman kammion painetta suuremmaksi, mikä saa vasemman eteisen ja kammion välissä olevan hiippaläpän avautumaan, jolloin hapettunut veri pääsee virtaamaan vasemmasta eteisestä vasempaan kammioon. Kammion täytyttyä sen paine nousee suurimman valtimon eli aortan painetta suuremmaksi, jolloin aorttaläppä avautuu ja vasen kammio supistuu pumpaten hapekkaan veren aortan kautta suureen verenkiertoon. Vasemman kammion supistuksen päättyessä, aorttaläppä sulkeutuu, mutta aortan seinämät ylläpitävät vielä korkeaa valtimopainetta taaten veren riittävän paineen. (Bjälle ym. 2009, 220, 225, 232–233.)

4.2 Verenkiertoelimistö verenpaineen säätelijänä

Verenpaineen laskiessa sydän yrittää kompensoida tilaa pumpaamalla verta nopeammin, jolloin syke nopeutuu. Tämä on sympaattisen hermoston normaali vaste riittämättömään verenkiertoon. (Bjälle ym. 2009, 88.) Mikäli henkilö on hypovoleminen, voi sydämen kertatilavuus ja sitä myöten minuuttivolyyymi olla riittämätön turvaamaan hapetuksen. (Salomäki 2006, 365; Sand ym. 2011, 299.) Tämän vuoksi myös ääreisverenkierto supistuu, jotta käytössä oleva verivolyyymi riittää turvaamaan hapetuksen ja kudospertuusion eli veren läpivirtauksen elintärkeissä elimissä (Bjälle ym. 2009, 88, 250–251).

Verisuonten sileän lihaksen hermotuksesta vastaava sympaattinen hermosto

pystyy aktivaatiotasollaan vaikuttamaan verisuonten jäntevyyteen (Leppäluoto ym. 2008, 412). Pääsääntöisesti sympaattisen hermoston aktiivisuus saa aikaan vasokonstriktion verisuonten lihaksissa. Poikkeuksena ovat luustoli hasten verisuonet, jotka laajenevat sympaattisen aktivaation myötä, jotta lihasten verenkierto paranisi. Muissa verisuonissa aktivaatiotason lasku aiheuttaa verisuonten laajenemisen eli vasodilataation. (Sand ym. 2011, 138.)

Joillakin elimistön elimillä on lisäksi käytössään oma autoregulaatio, jonka turvin ne pystyvät turvaamaan verensaannin arterioliensa läpimittaa muuttamalla systeemisen verenkierron volyymistä riippumatta. Elimen verenkierto pysyy siis vakaana, vaikka valtimoverenpaine laskee. (Sand ym. 2011, 292.)

4.3 Hermosto osana verenpaineen säätelyä

Autonominen hermosto jakautuu sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Niiden tehtävänä on ylläpitää homeostaasia eli elimistön sisäistä taseapainotilaa. Autonominen hermosto säätelee verenpainetta, ruumiinlämpöä ja eri aineiden pitoisuuksia veressä. Se ohjaa osaltaan sileää lihasta, sydänlihasta ja rauhasen toimintaa. Se aktivoi elimistön omat puolustusmekanismit stressitilanteissa ja kiihdyttää tai estää elimistön lihas- tai rauhassolujen toimintaa. (Bjälle ym. 2009, 85–88.)

Eri puolilla elimistöä on verenkierron painetta sekä veren kemiallista koostumusta aistivia reseptoreita, joiden avulla keskushermostoon välittyy tietoa verenkierron tilasta tuovia eli afferenttejä hermosäikeitä pitkin. Keskushermoston vasomotorinen keskus tulkitsee tiedon ja korjaa vievien eli efferenttien hermosäikeiden kautta viestien muun muassa sykettä ja verenpainetta. (Leppäluoto ym. 2008, 174.) Tärkeimmät näistä reseptoreista sijaitsevat kaulavaltimon poukaman (sinus caroticus) seinämissä ja aortankaareissa (Sand ym. 2011, 297).

Kiertäjähermo (nervus vagus) on kymmenes (X) aivohermoista. Sen vaikutusalue on laaja, sillä siinä on sensorisia, motorisia ja autonomisia hermosyitä kaulalta rintakehän ja vatsaontelon elimiin asti. (Bjälle ym. 2009, 96.) Sen mukana kulkee myös parasympaattisia hermosyitä rintakehän ja vatsaontelon elimiin muun muassa sydämeen, jonka vuoksi vagushermon ärsytys kirurgisen toiminnan aikana voi romahduttaa sykkeen ja verenpaineen sekä aiheuttaa muutoksia keuhkojen, suoliston, maksan, sappirakon, haiman ja ruokatorven toimintaan. (Sand ym. 2011, 144, 281, 404, 408; Hendolin & Hirvonen 1999, 597; Kaukinen 1999, 171.) Vagushermon kautta välittyvistä parasympaattisista reaktioista käytetään nimitystä vasovagaalinen tai vagaalinen heijaste (Kallala).

4.4 Hengityselimistön merkitys verenpaineen säätelyssä

Hengityselinjärjestelmään kuuluvat hengitystiet, keuhkokudos ja hengityselihakset. Hengityselimistö vastaa elimistön hapen saannista ja hiilidioksidin poistamisesta, ja tämä kaasujen vaihto tapahtuu keuhkorakkuloissa eli alveoleissa. Kaasujen vaihdosta käytetään nimitystä ventilaatio. Hengityksen säätely perustuu monimutkaiseen mekanismiin, joka on läheisessä yhteydessä sydämen ja verenkierron toimintaan. (Leppäluoto ym. 2008, 198, 201, 209, 217.)

Keuhkoilla on suuri merkitys verenpaineen säätelyssä, sillä keuhkojen hiussuonten endoteelisolut muuttavat munuaisten tuottaman angiotensiini I:n aktiiviseksi angiotensiini II:ksi. Tämä supistaa verisuonia ja kiihdyttää aldosteronin tuotantoa munuaisissa. Keuhkojen endoteelisolut poistavat myös sydämen oikean eteisen erittämän natriureettisen hormonin verenkierrosta. Keuhkojen kautta poistuu merkittäviä määriä anestesiassa käytetyistä lääkeaineista.

Keuhkokudoksen molekyyleillä on verisuonia supistavia ja laajentavia vaikutuksia. (Aittomäki ym. 2006, 195–196.)

4.5 Munuaisten, hormonien ja happo-emästasapainon vaikutus verenpaineeseen

Verenpaineen säätelyn kannalta **munuaiset** ovat merkittävässä roolissa. Niiden kautta kulkee minuutissa noin 20 % koko verivolyymistä. Munuaiset korjaavat eri aineiden pitoisuuksia veressä ja poistavat elimistöstä ylimääräisen veden. (Bjälle ym. 2009, 221.) Intraoperatiivisessa vaiheessa seurataan katetroitujen potilaiden diureesia eli virtsaneritystä, sillä sen hiipuminen tai loppuminen kokonaan kertoo osaltaan riittämättömästä verenpaineesta ja/tai nesteytyksestä, pahimmillaan munuaisvauriosta (Lukkari ym. 2013, 327–328). Sydämen supistustyön ja munuaisten säätelyn rinnalla verenpainetta säätelevät useat elimistön hormonit sekä autonominen hermosto. (Bjälle ym. 2009, 58, 233–234, 245).

Endokriininen järjestelmä säätelee nesteiden aineenvaihduntaa: reniini- angiotensiini- aldosteronijärjestelmä ja sydämen eteisistä erittyvä natriureettinen hormoni säätelevät solunulkoista nestetilavuutta ja hypotalamuksessa muodostuva antidiureettinen hormoni (ADH) reagoi nestetilavuuden muutoksiin ja pyrkii ylläpitämään elimistön normaalia osmolaliteettia. Samoin munuaiset säätelevät elimistön nesteiden aineenvaihduntaa vaikuttaen omalta osaltaan verenpaineeseen. (Kiviluoma 2006, 46–47; Sand ym. 2011, 190–191.)

Verenkierto- ja hengityselimistö sekä munuaiset huolehtivat yhdessä elimistön solujen aerobisesta aineenvaihdunnasta kolmea komponenttia säätelemällä. Nämä komponentit ovat veren happipitoisuus, veren hiilidioksidipitoisuus ja happo-emästasapaino. (Aittomäki ym. 2006, 192–193; Leppäluoto ym. 2008, 298–299.)

Elimistön normaali pH on 7,35–7,45. Normaalialue alhaisempi pH merkitsee elimistön happamuustilaa eli asidoosia ja yli 7,45 arvo liiallista emäksisyyttä – alkaloosia. Happonemästä painon poikkeamat vaikuttavat verenpaineeseen. Asidoosi heikentää lihassolujen toimintaa, jolloin myös sydänlihaksen pumpausvoima heikkenee, ja aiheuttaa vasodilataatiota. Näiden johdosta verenpaine laskee. Alkaloosi aiheuttaa vasokonstriktiota, mikä nostaa verenpainetta. (Reinikainen 2006, 33.) Keuhkojen kautta tuulettuu haihtuva happo eli hiilidioksidi. Munuaiset osallistuvat säätelyyn erittämällä joko hapanta tai emäksistä virtsaa ja tuottamalla bikarbonaatti-ioneja (HCO_3^-). (Reinikainen 2006, 36; Sand ym. 2011, 485.) Leikkauksen aikana elimistön happonemästä painoa voidaan seurata verikaasuanalyysillä eli astrupilla. Valtimoverestä näytteenotto onnistuu, kun potilaalle on asetettu arteriakanyyli. Myös laskimoverestä ja kapillaariverestä voidaan seurata veren happonemästä painoa. (Lukkari ym. 2013, 173; Jama 2013.) Verikaasuanalyysiä tulkitsemalla potilaan häiriintynyttä happonemästä painoa voidaan korjata nesteytystä ja ventilaatiota säätämällä anestesia lääkäriin ohjeen mukaan (Lukkari ym. 2013, 318).

4.6 Stressin vaikutus verenpaineeseen

Leikkaus saa aikaan aineenvaihdunnallisen ja hormonaalisen stressireaktion elimistössä sekä aktivoi sympaattista hermostoa (Burton, Nicholson & Hall 2004, 144). Sand ym. (2011, 204) määrittelevät stressin teoksessaan rasitukseksi, joka muuttaa tai uhkaa elimistön sisäistä tasapainoa. Stressiä voivat aiheuttaa kehon ulkopuoliset tekijät, kuten fyysinen vamma (vrt. leikkaus) tai sisäiset tekijät kuten kipu tai psyykinen rasitus.

Stressin yhteydessä useiden elimistön hormoneiden tuotanto kiihtyy keskushermoston käynnistäessä prosessin. Sympaattisen hermoston aktivoituessa

adrenaliinin ja noradrenaliinin erityys kiihtyy, jolloin sydämen supistumisvoima lisääntyy ja syke nopeutuu. Samalla verenpaine kohoaa. Kortisolin tuotanto vilkastuu, millä on vaikutuksia veren glukoosipitoisuuden suurenemiseen. Näin elimistö haluaa turvata aivojen ravinnonsaannin. (Sand ym. 2011, 204–205.) Aldosteroni on lisämunuaisten kuorikerroksen tuottama hormoni, jolla on tärkeä merkitys natriumionien takaisinimeytymisessä munuaisista. Aldosteroni vähentää veden ja suolan erittymistä virtsaan ja pitää nesteen plasmassa nostaen verenpainetta. Mikäli plasmatilavuus kasvaa liiaksi, vapautuu sydämen eteisen soluista eteispeptidiä eli ANP:tä, joka on aldosteronin vastavaikuttaja. Verenpainetason muutokset vaikuttavat reniinin erittymiseen. Reniini ei ole hormoni, vaan munuaisten tuottama entsyymi, joka säätelee aldosteronin muodostumista monivaiheisen tapahtumaketjun kautta. (Sand ym. 2011, 200–201.)

5 Verenpaineen tarkkailu leikkauksen aikana

5.1 Perusteita intraoperatiiviselle verenpaineen tarkkailulle

Intraoperatiivisessa vaiheessa useat käytössä olevat anestesia-aineet lamaavat tehokkaasti sympaattista hermostoa ja kirurgia voi aiheuttaa muutoksia veritilavuudessa, jonka vuoksi potilaan verenpaineen muutosten hoitoon on käytettävä lääkkeitä sekä nestehoidon menetelmiä anestesia-aiheisten ohjeiden mukaisesti. (Lukkari 2013, 314–315.) Intraoperatiivisen vaiheen aikana potilaan verenkierron tilaa seurataan usean parametrin avulla: syketiheys, rytmihäiriöt, verenpaine ja veritilavuuden valvonta. (Lukkari, Kinnunen & Korte 2007, 312). Vaikka jokainen parametri kertoo omalta osaltaan tietoa potilaan verenkierrosta, keskitytään tässä opinnäytetyössä erityisesti verenpaineeseen.

Matalalle ja korkealle verenpaineelle on pyritty asettamaan raja-arvoja. Verenpainetta voidaan pitää matalana, kun systolinen verenpaine on alle 100mmHg ja diastolinen alle 50mmHg. Verenpaine luokitellaan korkeaksi, kun systolinen on yli 140mmHg ja diastolinen yli 90mmHg. Matalan ja korkean verenpaineen raja-arvojen väliin jäävät arvot luokitellaan normaaleiksi tai optimaaliseksi lukemista riippuen. Hypertensiivisestä kriisistä voidaan puhua, kun systolinen verenpaine on yli 200mmHg ja diastolinen yli 130mmHg. Hypertensiivisen kriisin ja kohonneen verenpaineen välille mahtuu vielä ryhmä ”huomattavasti kohonnut” raja-arvoilla 180/110mmHg. Oleellista on kuitenkin ottaa yksilölliset seikat huomioon, kun tarkastellaan verenpainetta. Verenpainelukemien lisäksi, varsinkin hypotensiivisillä potilailla on tärkeää tarkkailla tajunnantaso, virtsaneritystä sekä mahdollisia iskeemisiä oireita. Ihmisten kyky sietää matalia verenpainetta voi olla hyvinkin yksilöllistä. (Liuks ym. 2013.)

Verenpaineen seuranta anestesian aikana on oleellista, sillä anesteeteilla on vaimennettu verenkiertoa suojaavien refleksien toiminta. Seurannalla pyritään ennakoimaan mahdollisia homeostaasin häiriöitä sekä niistä koituvia elinten toiminnallisia ja rakenteellisia vaurioita liittyen hypoksemiaan ja riittämättömään elinperfuusioon. Anesteetit lamaavat muun muassa aortankaaren verenpaineantureita sekä keskushermoston vasomotorisen keskuksen. Näin ollen leikkauksesta johtuvat äkilliset veritilavuuden muutokset, samoin kuin kipu, ylittävät elimistön säätelyjärjestelmän resurssit ja aiheuttavat hypo- tai hypertensiota. Erityisesti sydän- ja verisuonisairauksista kärsivät potilaat sievät huonosti näitä vaihteluita. Valvontaa tarvitaan verenpaineen säätelyjärjestelmän toimintahäiriöiden paikkaamisen lisäksi myös lääkityksen vasteen arvioinnissa. (Salmenperä & Yli-Hankala 2006, 343, 346.) Hemostaasin ylläpitäminen onkin yksi anestesian päätavoitteista. (Kalezic, Stojanovic, Ladjevic, Markovic, Paunovic, Palibrk, Milicic, Sabljak, Antonijevic, Ivanovic, Ugrinovic & Zivaljevic 2013, 237).

5.2 Verenpaineen mittausvälineet

Noninvasiivinen eli potilaaseen kajoamaton, automaattinen mittauslaite on yleisin perioperatiivisesti käytetty verenpaineen mittausväline. Sen käytössä on olennaista huomioida käytettävän mansetin koko. Liian pieni mansetti puristaa raajaa ikävästi ja aiheuttaa kipua sekä näyttää todellisia arvoja suurempia lukuja, kun taas liian suuri mansetti antaa liian alhaisia lukemia. Verenpainemansetti asetetaan useimmiten potilaan olkavarteen, mikäli sille ei ole estettä. (Liukas ym. 2013.) Toimenpiteen aikana potilaan verenpainetta mitataan noninvasiivisesti verenpainemansetin avulla viiden minuutin välein tai tiheämmin, mikäli potilaan tila näin vaatii (Lukkari ym. 2007, 312). Noninvasiivisesta verenpaineen mittauksesta käytetään lyhennettä NIBP (noninvasive blood pressure) (Liukas ym. 2013).

Esteenä verenpaineen mittaamiselle olkavarresta on esimerkiksi dialyysipotilaan käsivarteen asetettu AV-fisteli, joka saattaa tukkeentua verenpainemansetin puristuksessa (Korhonen & Könönen 2010, 8). Rintasyövän vuoksi poistetun rinnan puoleisesta olkavarresta ei mitata verenpaineita, jos potilaalta on evakuoitu imusolmukkeet kainalosta. Raajan imunestekierto on tällöin jo lähtökohtaisesti huonompi, eikä sitä tule entisestään vaikeuttaa mansetin puristuksella. Sama koskee kaikkia imunestekierron häiriöistä kärsiviä eli lymfaödeemapotilaita. Verenpaine voidaan tarvittaessa mitata jalasta, jolloin riittävän suuri mansetti asetetaan reiden keskiosaan. Huomioitavaa on, että reidestä mitattu verenpaine on 10–20 mmHg suurempi kuin olkavarresta mitattu verenpaine. (Heino, Hietanen & Kokko 2012, 4-5, 7, 10–11.)

Arteria- eli valtimopainemittaus on tyypillisin **invasiivinen** verenpaineen mittausmenetelmä. Invasiivinen tarkoittaa potilaaseen kajoavaa mittausme-

netelmää. Tätä käytetään erityisesti huonokuntoisten ja korkean anestesia-
kin potilailla sekä vaikeissa pitkäkestoissa leikkauksissa. Anestesia-
lääkäri asettaa arteriakanyylin potilaan valtimoon, useimmiten ranteen sisäpinnalta
värttinävaltimoon (arteria radialis). (Hynynen & Ristikankare 2006, 303; Luk-
kari ym. 2013, 171, 315.) Arteriakanyyliin yhdistetään kertakäyttöinen pai-
neenmittaus- ja huuhteluletkusto. Paineenmittausjärjestelmässä olevan kolmi-
tiehanan kautta voidaan potilasta pistämättä ottaa verinäytteitä leikkauksen
aikana. (Lukkari ym. 2013, 172–173.)

Arteriapainemittaus antaa koko ajan reaaliaikaista tietoa potilaan verenpai-
neen tilasta. Verenpainevaihtelut kertovat potilaan kokemasta kivusta ja unen
syvyydestä. Sen trendiä seuraamalla hoitaja voi leikkauksen edetessä tehdä
päätelmiä esimerkiksi potilaan verivolyymien riittävydestä. Tihentyvä syke ja
laskeva verenpaine voivat olla merkkejä vuodosta. Tihentyvä syke ja veren-
paineen nousu voivat puolestaan viestiä potilaan kokemasta kivusta. Liian
matala syke saattaa olla seurausta liian syvästä unesta, jolloin anestesia-ainei-
den annostelua voidaan keventää. (Lukkari ym. 2013, 314–315.) Verenpaine ja
syke reagoivat myös ventilaation riittämättömyyteen, happo-emästasapainon
häiriöihin ja elektrolyyttien epäsuhtaan (Lukkari ym. 2013, 314–315; Reinikai-
nen 2006, 33).

Toinen invasiivinen verenpaineen tarkkailumenetelmä on **keskuslaskimoka-
tetri** (CVK) asettaminen yläonttolaskimoon. Katetri uitetaan yläonttolaski-
moon ylävartalon ison laskimon, reisilaskimon tai käsivarren iholaskimon
kautta. (Hynynen & Ristikankare 2006, 306–312.) Sen kautta voidaan mitata
keskuslaskimopainetta (CVP), jonka trendiä tulkitsemalla saadaan tietoa sydä-
men oikean puoliskon esikuormasta ja siten potilaan nestetäytöstä. Keskuslas-
kimokatetria käytetään myös potilaan neste- ja lääkehoitoon. (Lukkari ym.
2013, 174–178; Hynynen & Ristikankare 2006, 306.)

Keuhkovaltimokatetri (Swan-Ganz -katetri) antaa tietoa vasemman kammion

pumppausvoimasta ja sitä käytetään vaikeasti sydänsairaiden potilaiden kohdalla (Salomäki 2006, 364). Katetrointi tapahtuu CVK:n tapaan yleisimmin suurista kaulan laskimoista yläonttolaskimoon, josta keuhkovaltimokatetri ui kärjessään olevan ilmalla täytetyn pallon avulla sydämen kautta keuhkovaltimon haaraan. Pallon ollessa täytettynä voidaan sen välittämästä lukemasta tulkita sydämen vasemman eteisen painetta. (Pitkänen & Kaukinen 2006, 209.) Tätä painetta kutsutaan keuhkokapillaariseksi kiilapaineeksi (PCWP) (Salmenperä & Yli-Hankala 2006, 350–351). Pallon ollessa tyhjillään välittyy tietoa keuhkovaltimopaineesta (PAP). Katetrin kautta voidaan aspiroida verinäyte sekoittuneesta laskimoverestä. (Pitkänen & Kaukinen 2006, 209.)

5.3 Leikkauksen aikainen hypotensio: syitä ja seurauksia

Hypotensiolla tarkoitetaan lääketieteessä tavallisesta poikkeavan matalaa verenpainetta (Lääketieteen termit 2013b). Hypotensio on yleinen anestesia-aineiden aiheuttama intraoperatiivinen komplikaatio (Kaleciz ym. 2013, 236). Syitä leikkauksen aikaiselle hypotensiolle on monia. Muun muassa verenvuodot, asennonvaihdot ja hypoventilaatio aiheuttavat potilaan verenpaineen laskua. (Kennedy & Tea 2010, 464.) Intraoperatiivinen hypotensio voidaan määrittellä Kaleciz ym. (2013, 237) mukaan seuraavasti: systolinen verenpaine laskee 20 % tai enemmän lähtötasosta vähintään 15 minuutiksi.

Erityisesti laskimonsisäisiin (i.v.) anesteetteihin liittyy tavallisesti lyhytkestoisia, alle 15 minuuttia kestävä hypotensiota. Vakavaa hypotensiota liittyy usein induktioon; kipulääkkeiden ja sedatoivien lääkkeiden annon jälkeen, ennen kirurgista stimulaatiota. Pitempikestoinen hypotensio on usein oire merkittävästä nesteidenmenetyksestä. Aina syynä ei ole näkyvä vuoto, vaan potilas saattaa haihduttamalla menettää kehonnestettä siinä määrin, että verenpaine laskee. (Kalezic ym. 2013, 236–237.)

Pitkittynyt matala verenpaine voi aiheuttaa kudospertuusion häiriöitä sekä iskeemisiä vaurioita. Intraoperatiivisella hypotensiolla sekä leikkauksen aikaisilla sydäninfarkteilla sekä aivoinfarkteilla on yhteys toisiinsa. Elinsiirrännäisleikkauksissa matala verenpaine saattaa enteillä siirrännäisen hylkimistä. Tällaista hylkimisreaktiota on havaittu muun muassa munuaissiirrännäisillä. Matalaa verenpainetta voidaan pitää itsenäisenä ennustetekijänä hylkimisreaktiolle. Leikkauksen aikainen hypotensio voi myös laukaista potilaalle uuden eteivärinän muun muassa kaulavaltimon endarterektomian yhteydessä. (Kalezic ym. 2013, 237.)

Verivolyymien aleneminen vaikuttaa laskevasti verenpaineeseen. Yleensä plasman ja veren menetykset ovat syynä kiertävän volyymin vähenemiseen. Mikäli menetys on yli 500 ml, on vuodon korvaus yleensä tarpeen. Korvauksen tärkeys korostuu, jos kyseessä on nopeasti tapahtunut menetys. Vuodon merkkeinä voidaan pitää paineiden laskun lisäksi sykkeen nopeutumista, kylmää ja kalpeaa ihoa, levottomuutta sekä työlästä hengitystä. (Kennedy & Tea 2010, 464.)

Hypotensio voi aiheutua leikkausasennosta, joka estää normaalin laskimopaluun sydämeen (Rotko 2010, 312). Leikkauksen aikana onkin huolehdittava potilaan verivolyymien riittävydestä anestesia lääkärimin suunnitteleman nestehoidon mukaisesti (Lukkari ym. 2013, 318). Anestesia-aineet laajentavat verisuonia ja lamaavat elimistön omia kompensatiomekanismeja, jotka normaalisti reagoisivat asennon aiheuttamille veren jakautumisen muutoksille elinten omien autoregulaation ja hermostollis-hormonaalisen säätelyn keinoin. Tästä aiheutuu hypotensiota ja eri elinten riittämätöntä pertuusiota. (Rotko 2010, 312).

5.4 Leikkauksen aikainen hypertensio: syitä ja seurauksia

Hypertensiota eli kohonnutta verenpainetta (Lääketieteen termit 2013a) aiheuttavat erinäiset seikat leikkauksen aikana. Sympaattinen hermosto aktivoituu muun muassa kivusta ja hapen puutteesta. (Kennedy & Tea, 2010, 465.)

Hypertensio on yleinen sivuvaikutus leikkauksissa. Anestesian induktioon liittyy usein verenpaineen vaihteluita sekä takykardisuutta riippumatta siitä, onko potilaalla ennestään verenpainetauti. Aiempi hypertensiotausta on ennustetekijä leikkauksenaikaiselle hypertensiolle erityisesti, jos potilaan diastolinen verenpaine on ollut preoperatiivisesti yli 110mmHg. Isoissa operaatioissa ja sydänkirurgiassa sekä kaulavaltimoiden, ylävatsan, aortan, perifeeristen verisuonten, intraperitoneaalisissa eli vatsakalvonontelon sisäisissä ja intratorakalisissa eli rintakehän sisäisissä leikkauksissa esiintyy usein hypertensiota. Hypertensiolla on havaittu olevan selviä yhteyksiä eri neurologisiin ja sydämen komplikaatioihin. (Varon & Marik 2008, 615–616.)

Varon ja Marik (2008, 615) ovat artikkelissaan määritelleet hypertensiiviselle kriisille matalammat raja-arvot, kuin mitä Käypä hoito -suositus mainitsee. Varonin ja Marikin mukaan hypertensiivisestä kriisistä voidaan puhua, kun verenpaine on yli 180/110 mmHg, kun taas Käypä hoito -suositus antaa raja-arvoiksi 200/130 mmHg. Hypertensiivisellä kriisillä voidaan tarkoittaa joko hypertensiivistä hätä- tai kiiretilannetta. Hypertensiivisessä hätätilanteessa pääte-elinvauriot ovat parhaillaan kehitteillä tai jo havaittavissa. Tällaisia välitöntä verenpaineen laskua vaativia tiloja ovat muun muassa aortan dissektatio, akuutisti alkanut keuhkopöhö sekä aivoperäiset tapahtumat, kuten aivo-verenvuoto. (Harjola & Majamaa-Voltti 2012.) Mikäli verenpaineet ovat yli 180/110mmHg, mutta pääte-elinvauriot eivät ole vielä havaittavissa, voidaan haluttua verenpainetasoa tavoitella maltillisemmin. Hypertensiivinen kiiretilanne tulee kuitenkin aktiivisesti hoitaa, jotta pystyttäisiin välttämään pääte-elinvaurioilta. (Varon & Marik 2008, 615; Kohonnut verenpaine 2009.)

Verenpainetta voidaan laskea monin eri lääkkein, mutta laskun tulisi olla kontrolloitua. Liian radikaalit verenpaineen lääkkeelliset laskut ovat olleet yhteydessä muun muassa aortan dissekaatioihin. Potilaalle, jolla on krooninen hypertensio, voi koitua haittaa liian radikaalista verenpaineen laskusta. Näiden potilaiden eri elinten, kuten aivojen ja munuaisten autoregulaatio on tottunut toimimaan korkeammilla verenpainelukemilla ja äkillinen lääkkeellinen verenpaineen lasku ”normaaleihin viitearvoihin” voi intraoperatiivisessa vaiheessa aiheuttaa kudospesuusion haitallisen heikkenemisen. (Varon & Marik 2008, 616–617.)

6 Nestehoito osana intraoperatiivista verenpaineen tarkkailua ja turvaamista

6.1 Perioperatiivinen nestehoito

Nestehoidon tarkoituksena on huolehtia potilaan elimistön nestetilavuudesta ja nesteiden koostumuksesta niin, että voidaan varmistaa riittävä hapen kuljetus ja solujen häiriötön aineenvaihdunta leikkauksen aikana (Salomäki 2006a, 363). Lisäksi tulee huolehtia nesteen menetysten korvaamisesta. Leikkauksen aikana menetyksiä aiheuttavat vuoto ja haihtuminen leikkausalueelta. Neste voi ohjautua kolmanteen tilaan kuten kudokseen. (Kiviluoma 2002, 132.)

Potilaan nestetasapainoa voidaan arvioida jo preoperatiivisesti veren laboratorioarvoista (esim. Krea), verikaasuanalyysistä sekä seuraamalla potilaan turvotuksia, diureesia, pulssin taajuutta, janon tunnetta, verenpainetta ja sen muutoksia eri asennoissa, ihon ääreisosien lämpötilaa ja limakalvojen kosteutta (Salomäki 2006a, 363).

Hypovolemia voi johtua potilaan käytössä olevista lääkkeistä kuten diureeteista, beetasalpaajasta ja ACE-estäjistä, oksentelusta ja ripuloinnista tai pitkään jatkuneesta huonosta syömisestä ja juomisesta. Hypovolemian klinisiä merkkejä ovat viileä periferia, kokoon vetäytyneet kaulasuonet, takykardia ja matala pulssipaine. (Salomäki 2006a, 363; Kinnunen.) Potilaan ollessa jo preoperatiivisesti hypovoleminen, tulisi hypovolemia korjata ennen anestesian aloitusta hätäleikkaukset pois lukien. Preoperatiivinen hypovolemia korjataan antamalla nesteitä niin paljon, että MAP ja pulssi normalisoituvat. Nesteytystä voidaan arvioida myös keskuslaskimopaineesta (CVP) ja kiilapaineesta, mikäli potilaalle on asetettu niiden mittaamiseen sopiva invasiivinen verenpaineen seuranta. (Salomäki 2006a, 365.)

Salomäki (2006a, 365) mainitsee leikkauksen aikana sopivaksi tiputusnopeudeksi keskimäärin 100ml/h tilanteessa, jossa potilaalla ei ole merkittävää vuotoa, eikä merkittävää preoperatiivista hypovolemiaa. Lukkarin ja muiden (2013, 317) mukaan leikkauksen aikana potilaan perusnestetarve ja leikkauksen aiheuttama lisätarve voi olla yhteensä jopa 500ml/h. Nesteytystarvetta arvioitaessa huomioidaan leikkaustyyppi, leikkauksen kesto ja leikattava kohde. Laajoissa suolistoleikkauksissa nestemenetys kolmanteen tilaan, kuten kudokseen on huomattavasti yleisempää, kuin pienemmissä operaatioissa. Munuaiset vaativat toimiakseen riittävän verivolyymin, minkä vuoksi leikkauksen aikainen riittävä nesteytys on tärkeää. (Salomäki 2006a, 365–366.)

Acute kidney injury (AKI) tarkoittaa akuuttia munuaisvauriota. Se kehittyy leikkauksen jälkeen tuntien tai päivien aikana ja ilmenee munuaisten eriasteisena toiminnan huononemisena. AKI:n synnyn kannalta suuren riskin leikkauksia ovat sydämeen ja verisuoniin kohdistuvat leikkaukset ja päivystysleikkaukset. AKI lisää postoperatiivista kuolleisuutta merkittävästi. Vaikka akuutin munuaisvaurion kehittymiselle on useita riskitekijöitä, on munuaisten riittämätön perfuusio leikkauksen aikana tärkein AKI:n syntyyn vaikut-

tava tekijä. Riittävä perfuusio varmistetaan optimaalisella nestehoidolla, riittäväällä verenpainetasolla ja sydämen minuuttivolyymilla. (Laukkanen 2012, 14–15; Ylä-Kolu 2002, 385–386.)

6.2 Vuotojen korjaus

Leikkauspotilaan kohdalla tulee aina tapauskohtaisesti harkita, miten menetetyt vuodot korvataan. Mikäli ennen leikkausta potilaan punasolutasot ovat olleet viitetasoilla, voidaan jopa 25 % vuodot korvata elektrolyytti- ja kolloidinesteillä. (Salomäki 2006a, 366.) Viitetasolla tarkoitetaan tässä tapauksessa Suomessa käytettäviä hemoglobiinin raja-arvoja, jotka naisille on 117-155g/l ja miehillä 135-167g/l (Nousiainen 2013). Mikäli vuoto on runsaampaa ja potilaalla on iskeemistä sydänvikaa, on nestevajauksen korjaaminen verituottein aiheellista, jotta hapenkuljetuskyky säilyisi. Korvattaessa hypovolemiaa kirkkailla nesteillä, kuten Ringerillä tai NaCl 0,9 %:llä, jää siirretystä nestemäärästä vain 20 % verenkiertoon, loput 80 % jakautuvat nopeasti solun ulkoiseen tilaan. Runsaat nesteytykset saattavat aiheuttaa potilaalle keuhkopöhhön tai lisätä jo ennestään vuotavan potilaan vuotoja. (Salomäki 2006a, 366.)

Vammapotilaita ei tulisi nesteyttää liian aggressiivisesti väliaikaisten hypotensioiden korjaamiseksi (Lund 2005, 441). Lundin (2005, 441) mukaan nykykäsitys on, että lyhytaikainen intraoperatiivinen hypotensio ei heikennä potilaan ennustetta merkittävästi. Sen sijaan mikäli runsaalla nesteytyksellä tavoitellaan normaalia verenpainetasoa, varsinkin kun kyseessä on vuotava vamma- potilas, heikentyy potilaan selviämisen nuste. Vuoto yhdistettynä runsaaseen nesteytykseen lisää haittavaikutuksia; lisääntyviä vuotoja, hypotermiaa, hyytymishäiriöitä sekä asidoosia. Näin ollen tuleekin muistaa, että vamma- potilailla ei tulisi pyrkiä liian kategorisiin preoperatiivisiin verenpainelukemiin.

6.3 Nestehoidossa käytettävät nesteet ja niiden käyttöaiheet

Elektrolyyttiliuokset ovat niin sanottuja **kirkkaita nesteitä eli kristalloideja**. Esimerkkejä tällaisesta nesteestä ovat Ringer-tyyppinen liuos tai 0,9 % keittosuolaliuos (NaCl 0,9 %), joiden koostumus muistuttaa soluväli-tilan nestettä. Niiden etuna on hyvä siedettävyy-ys sekä se, ettei niiden antamiselle ole annosylära-jaa. (Hakala & Handolin 2006, 221; Tenhunen 2006, 170–174.) Leikkauksessa tällainen liuos valitaan aloitusnesteeksi, perusnestetarpeen tyydyttämiseksi ja pienehköjen vuotojen korvausnesteeksi (Kiviluoma 2002, 133; Salomäki 2006a, 366). Keittosuolan käytössä tulee kuitenkin huomioida sen sisältämän kloridin metaboli-nen vaikutus (Hakala & Handolin 2006, 221). Kirkkai-siin nesteisiin kuuluvat myös hypo- ja hypertoniset elektrolyyttiliuokset sekä vesipohjaiset glukosiliuokset. Tenhunen (2006, 174) mainitsee kristalloidien ryhmään kuuluvana myös natriumbikarbonaatin, jota annetaan korjaamaan elimistön asidoosia.

Plasmankorvikkeet ovat joko luonnollisia tai synteettisiä kolloidiliuoksia. Ne pysyvät kirkkaita nesteitä pidempään verenkierrossa lisäten verivolyymia ja vaikuttavat siten verenpainetta kohottavasti. Albumiini on luonnollinen kol-loidi, synteettisiä ovat dekstraanit, gelatiivit ja hydroksietyylitärkkelysliuokset (HES). Plasmankorvikkeiden käytön aiheena on verivolyymien ylläpito suu-ri-ssa vuodoissa kirkkaan infuusionesteen rinnalla. (Rinne 2006, 175–178; Salo-mäki 2006a, 367.) Kolloidien haittapuolena ovat niiden aiheuttamien allergis-ten reaktioiden korkea esiintyvyys ja haitalliset vaikutukset munuaisten toi-mintaan. Kolloidien on todettu myös aiheuttavan hyytymisjärjestelmän häiri-öitä, jolloin ne saattavat lisätä potilaan vuotoalttiutta. (Rinne 2006, 178; Salo-mäki 2006a, 367–368.)

Verituotteita ovat punasolut, jääplasma ja trombosyytit (Hiippala 2006, 184). Verivalmisteilla pystytään korvaamaan menetettyjä nesteitä, varmistamaan veren hapenkuljetuskyky ja hyytymisvalmius. Verensiirtoihin liittyy kuiten-kin riskejä, joten siirroille täytyy aina olla peruste ja turhia verensiirtoja tulee

välttää. (Kuitunen 2006, 369.)

Punasolujen siirron aiheita ovat alle 80g/l hemoglobiiniarvo ennen leikkausta, jossa potilaan tiedetään vuotavan, akuutti verenvuoto yhdessä riittämättömän hapentarjonnan kanssa sekä yli 20 % verivolyymin akuutti menetys. Punasoluja antamalla varmistetaan ensisijaisesti hapenkuljetuskyky ja pyritään turvaamaan veren normaali hyytymiskyky, sillä punasolut vaikuttavat verihiutaleiden toimintaan edistävästi. Aikuisen potilaan hemoglobiinipitoisuuden ollessa alle 60g/l, annetaan punasoluja poikkeuksetta. (Kuitunen 2006, 369–370.) Punasolut nostavat veren kaliumpitoisuutta (Hiippala 2006, 185).

Yleisanestesiassa olevat potilaat sietävät tutkimusten mukaan melko alhaisia-kin hemoglobiinilukemia, sillä mekaanisen ventilaation tarjoama 100 % lisähappi muodostaa merkittävän osan hapentarjonnasta (Hiippala 2006, 185–186). Hiippalan (2006, 186) mukaan useimmille potilaille suositellaan punasolujen siirtokynnykseksi hemoglobiinitasoa 70–90 g/l, mutta potilaan kärsiessä iskeemisestä sydänsairaudesta tulee siirtokynnyksen olla 90–110 g/l. Jokaisen verensiirron tulee kuitenkin perustua potilaan yksilöllisen tilan tarkkaan kokonaisarvioon (mts. 185).

Jääplasma sisältää kaikkia veren luontaisia hyytymistekijöitä sekä fysiologisia antikoagulantteja (Kuitunen 2006, 370). Veressä ja kudoksissa on lähes viisikymmentä veren hyytymistä säätelevää ainetta (Sand ym. 2011, 327). Jääplasman käyttöaiheita ovat vuotavan potilaan hyytymistekijäpitoisuuden korvaaminen sekä usean hyytymistekijän samanaikaisen puutoksen korjaaminen. Leikkauspotilaiden INR-arvo tulisi tarkistaa ennen jääplasman antoa, jos mahdollista ja arvoa seurataan hoidon aikana. (Kuitunen 2006, 370.)

Trombosyytit ovat verihiutaleita ja trombositopenia on verihiutaleiden puutos (Sand ym. 2011, 325; Lääketieteen termit 2013c). Leikkauksessa vuotavan potilaan trombositopenian korjaus perustuu trombosyyttien lukumäärän las-

kentaan ja niitä annetaan vain runsaiden verenvuotojen yhteydessä. (Kuitunen 2006, 370.)

7 Leikkausasennon vaikutus verenpaineeseen

Leikkausasennon valinta on olennainen osa leikkauksen onnistumista. Asennolla pyritään varmistamaan kirurgille hyvä näkymä ja pääsy leikkausalueelle sekä anestesiahoitajalle ja -lääkärille mahdollisuus valvoa ja turvata potilaan anestesiaa leikkauksen aikana. Leikkausasentoon asettaminen tulee tapahtua aina instrumenttipuolen ja anestesiapuolen hoitajien kanssa yhteistyössä, jotta pystytään varmistamaan potilaan turvallisuus. Anestesiahoitajaa tulee informoida siirroista ja kääntelyistä tarpeeksi ajoissa, jotta hän voi varmistaa, etteivät kädet putoa telineiltä, kanyylit pääse irtoamaan tai intubaatioputki pääse liikkumaan. Hoitajien tulee asettaa asento siten, ettei siitä aiheudu turhia postoperatiivisia kipuja tai komplikaatioita, kuten hermovaurioita. (Lukkari ym. 2007, 279.)

Normaalisti ihmisen verisuonitonos, lihaspumput sekä laskimoläpät toimivat niin, että veri ohjautuu alaonttolaskimoon päin jalkoihin kertymisen sijaan. Kuitenkin näistä kompensaatiomekanismeista huolimatta pystyasennossa keskuslaskimopaine laskee ja sydämen minuuttitilavuus pienenee, sillä jalkoihin voi kertyä verta jopa litran verran. Makuuasennossa tilanne kuitenkin korjautuu nopeasti. (Rotko 2010, 312–313.) Normaalitilassa elimistö pystyy mukautumaan ja säätelemään toimintoja niin, että perfuusio eri elimissä riittää, vaikka tällaisia verenpaineen muutoksia tapahtuukin. (Rotko 2010, 312–313; Lehto 2010, 4; Lehto 2009.)

Anestesia-aineet vaikuttavat hemodynamiikkaan ja sen säätelyjärjestelmiin.

Tavanomaiset elimistön verenpaineensäätelymekanismit häiriintyvät tai lamaantuvat kokonaan, jolloin asennon vaikutus verenpaineeseen kasvaa. Verivolyymien epätasaisesta jakautumisesta seuraavat ilmiöt korostuvat anestesian aikana. Anestesian vuoksi potilaan leikkausasentoon tulee kiinnittää erityisesti huomiota. Anestesia-aineiden aiheuttama vasodilataatio sekä eri elinten itsesäätelymekanismien lamaaminen saa aikaan hypotensiota ja riittämätöntä perfuusiota elimissä. Leikkausasento voi aiheuttaa muutoksia keuhkomekaniikassa sekä altistaa erinäisille hermojen, pehmytkudosten, ihon ja lihasten vammoille, johtuen asennon aiheuttamasta venytyksestä, paineesta ja puristumisesta. Ongelmalliseksi tilanne usein muodostuu sydänsairaiden sekä hypovolemiasta kärsivien potilaiden kanssa. (Rotko 2010, 312–313; Lehto 2010, 4; Lehto 2009.)

Selkäasento on yleisin asento kirurgisissa toimenpiteissä ja diagnostisissa tutkimuksissa (Schubert 2008, 32; Rotko 2010, 313). Lehdon (2009) mukaan selkäasento on leikkausasunnoista hemodynaamisesti vakain. Selkäasennossa verenkiertoelimistö on sydämen kanssa samalla tasolla, joten erityisesti anestesian alkuvaiheessa ilmenevä hemodynamiikan epävakaus on yleensä helppo tasapainottaa. (Lehto 2010, 5.) Selkäasennossa potilaan paino kohdistuu takaraivolle, lapaluiden, sakrumin, pohkeiden sekä kantapäiden alueille. Nämä alueet ovat alttiita painehaavoille erityisesti, mikäli potilas kärsii hypotensiosta. Hypotensio heikentää ihon verenkiertoa, ja painehaavoja syntyy herkemmin. (Rotko 2010, 313–314.) Raskaana oleville naisille selkäasento voi olla ongelmallinen 20. raskausviikon jälkeen. Tällöin riskinä on supiinisyndrooma eli ulkoisen paineen vuoksi estyvä laskimopaluu. 20. raskausviikon jälkeen kohtu on jo niin kookas, että se painaa alaonttolaskimoita kasaan ja laskimopaluu heikkenee. Tämä laskee verenpainetta ja pitempiketoisena voi vaarantaa istukan riittävän verenkierron. Supiinisyndroomaa voi aiheuttaa myös kookas tyrä. (Lehto 2010, 5.)

Trendelenburgin asennossa pääpuoli on horisontaalitasoon alapuolella (Pikkarainen 2002, 297). Trendelenburgin asennossa vatsaontelon elimet painautuvat painovoiman ansiosta kohti palleaa ja vapauttavat paremman työskentelytilan ja -näkyvyyden kirurgille. Asento on yleinen alavatsan tähystysleikkauksissa. Keuhkojen myötäävyydessä tapahtuu negatiivisia muutoksia. Varsinkin potilaat, joilla on taustalla keuhkosairauksia, voivat kärsiä asennon tuomista fysiologisista muutoksista. Asennon myötä sydämen oikea puoli kuormittuu, kun laskimopaluu lisääntyy. (Rotko 2010, 314.) Laskimopaluun lisääntyminen nostattaa verenpainetta (Tunturi, Virtanen & Uski 2013b). Tämä voi sydämen oikean puolen vajaatoiminnasta kärsivillä aiheuttaa ikävää venytystä ja johtaa pumppaustoiminnan romahtamiseen. Oikean puolen lisäksi myös sydämen vasen puoli kuormittuu, kun verenpaine nousee ja jälkikuorma kasvaa. Pään ollessa horisontaalilinjan alapuolella kallon- ja silmänsisäinen paine kohoaa. (Rotko 2010, 314.) Asento edesauttaa verenpaineen pysymistä normaalitasolla, vaikka potilas kärsisikin hypovolemiasta. Näin ollen potilaalle kehittynyt hypovolemia saattaa jäädä huomaamatta. (Tunturi ym. 2013b.)

Anti-trendelenburgin asennossa leikkaustaso on asetettu niin, että jalat ovat horisontaalitasoon alapuolella ja pää yläpuolella. Päinvastoin kuten Trendelenburgin asennossa, tällä asennolla voi olla myönteisiä vaikutuksia keuhkojen toimintaan sekä kallon sisäiseen paineeseen. Mikäli potilas on anestesian vaikutuksen alaisena, asento voi olla hyvinkin haitallinen potilaan hemodynaamiikan kannalta. Asennon myötä veri keskittyy jalkoihin ja laskimopaluu vähenee, mikä pienentää sydämen esikuorma. Tällöin minuuttivolyymi laskee. Näin ollen sydän yrittää kompensoida syntynyttä hypovolemiata ja hypotensiota reflektorisella takykardialla. Nämä kaikki tekijät kasvattavat sydämen työmäärää. Anti-trendelenburgin asennon vaikutusten vuoksi joudutaan usein hyväksymään hypotensio tai käyttämään vasokonstriktoreita. Hemodynaamiikan epävakautta voidaan lievittää kohottamalla potilaan jalkoja, vaikka

ylävartalo olisikin anti-trendelenburgin asennossa. (Rotko 2010, 314- 315; Tunturi, Virtanen & Uski 2013a.)

Litotomia-asentoa voidaan käyttää urologisissa, gynekologisissa sekä paksu- ja peräsuolen operaatioissa. Asennossa on eri variaatioita riippuen missä kulmassa lantio on sekä millä korkeudella jalkoja pidetään. (Halliwill, Hewitt, Joyner & Warner 1998, 1373.) Potilas makaa leikkaustasolla selällään ja jalat ovat nostettuina jalkatelineille. Jotta kirurgi pääsee mahdollisimman lähelle työskentelyaluetta, potilaan lonkissa on fleksio ja abduktio, sekä polvet ovat fleksiossa. Raajojen tulee olla hyvässä asennossa sekä kiinnitettynä ja tuettuna huolella, etteivät ne pääse liikkumaan. (Rotko 2010, 315.)

Asennolla on havaittu olevan haitallisia vaikutuksia potilaan jalkojen verenkiertoon. Puristuksen ja kohoasennon myötä verenkierto jaloissa heikkenee ja jaloista mitattu verenpaine laskee. Verenpaine ei välttämättä ylitä painetta, joka lihaksiin kohdistuu. Näin ollen veri ei kunnolla pääse virtaamaan suonissa, eikä kuljettamaan riittävästi happea kudoksille. Raajaan kohdistuvan paineen ja heikentyneen perfuusion vuoksi vaarana on kudოსvamma, lihasaitiopainesyndrooma. (Halliwill ym. 1998, 1375.)

Jalkojen noston myötä verta siirtyy kustakin jalasta 100–250 ml keskivartalon alueelle. Mikäli litotomia – asento on yhdistettynä Trendelenburgin asentoon saattaa potilaan hypovolemia jäädä huomaamatta, kun asento kompensoi hypovolemiasta aiheutuvaa hypotensiota. Asennon purkamisen tulee tapahtua varoen, jotta vältytään äkillisiltä suurilta muutoksilta laskimoverenkierrossa. Jalat on laskettava alas yksitellen ja varovasti, jottei laskimopaluu heikkene äkillisesti. (Tunturi 2013a.)

Kylkiasennossa potilas on kyljellään leikkausalustalla. Asentoa hyödynnetään lonkka- ja munuaisleikkauksissa sekä torakotomioissa. Tavallisen kylkiasennon vaikutukset verenkiertoon ja verenpaineisiin ovat vähäiset, mutta

keuhkojen toimintaan vaikutukset ovat merkittävämmät verrattuna selkäasentoon. Painovoiman myötä verenkierto keskittyy voimakkaammin alempaan keuhkoon. (Rotko 2010, 315.) Kylkiasennossa verenpainemansetti tulee asettaa alempaan käteen, jotta mahdollinen verisuonikompressio kävisi ilmi tarpeeksi ajoissa. Oikea käsi jää tällöin vapaaksi mahdollisia kontrollimittauksia varten. Päällä olevaan käteen on helpompi asettaa mansetti kesken leikkauksen, jos halutaan varmistaa onko esimerkiksi verenpaineen lasku pelkästään alempaa kättä koskeva, vai onko tilanne verrannollinen myös muun kehon osalta. (Lehto 2010, 6.)

Kylkiasentoa voi varioida muuttamalla kulmaa vartalon luisen lantiorenkkaan tai rintakehän kohdalta. Asentoa kutsutaan kylkikinkiksi. Kylkikinkki aiheuttaa muutoksia keuhkojen toimintaan; alempi kudos painautuu herkästi kasaan ja ylempi yliventiloituu. Verenkierto ja ventilaatio jakautuvat epätasaisesti tässä asennossa ja riippuu potilaan yleisilasta ja keuhkokapasiteetista, kuinka hyvin hän sietää asennon tuomia muutoksia. Keskiverenpaineen kannalta on oleellista, kummalla kyljellä potilas makaa. Vasemmalla kyljellä ollessa alaonttolaskimo on vapaa ja laskimopaluu tapahtuu helpommin. Päinvastoin taas potilaan ollessa oikealla kyljellä sydämen minuuttivirtaus pienenee, kun laskimopaluu heikkenee alaonttolaskimon jäädessä puristuksiin. (Lehto 2010, 6.)

Vatsa-asento on yleinen ortopedisissä selän ja kaularangan operaatioissa. Asentoa pystytään varioimaan muuttelemalla raajojen asentoa. (Rotko 2010, 316.) Vatsa-asento on haastava anestesian kannalta ja asennon vaikutukset tulevat näkyviin potilaan hemodynamiikassa. Vaikutusten laatu riippuu kuitenkin oleellisesti vatsa-asennon variaatiosta, siitä miten raajat ovat aseteltu. (Edgcombe, Carter & Yarrow 2008, 165–167.) Raajojen asettelun lisäksi huomiota tulee kiinnittää vatsan tukemiseen. Vatsan jäädessä puristuksiin vatsaontelon paine kasvaa. Tämä puolestaan vaikeuttaa alaonttolaskimon virtausta

ja laskimopaluu heikkenee sekä minuuttitulavuus pienenee. Vatsan alueen elimet voivat kärsiä verenkierron vähyydestä ja potilaalle voi kehittyä iskemiaa. (Rotko 2010, 316–317.)

Mikäli potilas on lateraalisesti vatsa-asennossa ja raajat samalla tasolla muun vartalon kanssa eivät hemodynaamiset muutokset ole niin radikaaleja. Mikäli potilas on vatsa-asennossa raajat sydäntason alapuolella, ovat vaikutukset merkittävämpiä; laskimopaluu sydämeen vähenee, mikä pienentää sydämen iskutilavuutta. Näin ollen myös sydämen laskettu minuuttivirtausindeksi (CI= Cardiac index) laskee. (Edgcombe ym. 2008, 165–167.) Edgcombe ja muut (2008, 167) vertailivat myös anestesiamuodon ja vatsa-asennon yhteisvaikutuksia hemodynamiikkaan. Artikkelista käy ilmi, että laskimoanestesiassa (TIVA) arteriaverenpaineen lasku on suurempi kuin inhalaatioanestesiassa. Vatsa-asennossa, jossa raajat ovat sydäntason alapuolella, hypotensiot ovat yleisempiä kuin muissa asennoissa (Rotko 2008, 317).

Istuma-asento on hemodynaamisesti epävakaa (Rotko 2008, 317). Puoli-istuvassa leikkausasennossa MAP, keskuslaskimopaine (CVP), iskutilavuus ja minuuttivirtaus laskevat. Joskus tämä relatiivinen hypotensio voi olla kirurgin toive. Puoli-istuvassa asennossa aivojen perfuusiopaine (CPP) vähenee noin 15 %, ja edelleen enemmän, mikäli potilas leikataan yleisanestesiassa puudutuksen sijaan. Yleisanestesiassa käytetyt aineet dilatoivat verisuonia ja mekaanisen ventilaation positiivinen paine estää normaalin laskimopaluun lisääntymisen. Tämän vuoksi anestesian aikana on huolehdittava riittävästä keskipaineesta (MAP) aivojen iskeemisen vaurion ehkäisemiseksi. (Nieminen 2009, 8.) Laskimopaluun heikkenemisestä johtuvia muutoksia hemodynamiikassa pystytään pienentämään alaraajoja nostamalla sekä käyttämällä joustavia tukisidoksia jaloissa. Toinen vaihtoehto tukisidoksille on lentäjän housut, joissa on 40mmHg:n paine, joka puristaa alaraajojen laskimoita kompensoidakseen anestesia-aineiden ja asennon aiheuttamaa elimistölle epäedullista tilaa. (Rotko 2008, 317.)

8 Leikkauskivun vaikutukset verenpaineeseen

Akuutti kipu on lyhytaikaista kipua, joka eroaa kroonisesta kivusta siinä, ettei se aiheuta pysyviä muutoksia keskushermostossa, mikäli se hoidetaan alusta asti tehokkaasti. Akuutin kivun syy on yleensä tiedossa, joten sitä voidaan myös hoitaa sen mukaisesti. (Kalso, Elomaa, Estlander & Granström 2009, 106–107.) Kalso ja Kontinen (2009, 102) kirjoittavat, että akuutin kivun voimakkuuden ja pitkittyneen leikkauksen jälkeisen kivun välillä on todettu selvä yhteys, ja näihin kroonistuneisiin kiputiloihin ei löydy selkeää syytä leikkauskomplikaatiosta. Pitkään kestävä kipustimulaatio voi pysyvästi muuttaa keskushermoston kipua aistivia alueita tai perifeerisiä kivulle reagoivia nosiseptoreita (Kalso & Kontinen 2009, 80).

Akuutti kipu aiheuttaa elimistössä useita ei-toivottuja muutoksia sydän- ja verenkiertoelimistössä, hengityselimistössä, ruuansulatuselimistössä ja virtsateissä, lihaksistossa ja elimistön hormonaalisissa vasteissa. Kipu nostaa verenpainetta ja sykettä, ääreisverenkierto supistuu ja sydämen hapenkulutus lisääntyy. Kipu voi aiheuttaa rytmihäiriöitä ja huonontaa laskimopaluuta, jolloin laskimotukosten ja sitä myötä keuhkoembolian riski kasvaa. (Hamunen & Kalso 2009, 278 - 279.) Kipu voi olla niin voimakasta, että se aiheuttaa vasospasmin ja johtaa kudoksen kuolioon (Kalso ym. 2009, 106).

Leikkauksen kesto ja leikattavan alueen sijainti ja laajuus vaikuttavat potilaan kokemaan kipuun. Kipuherkkiä kohtia ovat iho, limakalvot, hermot, aivokalvot, ulompi keuhkopussinlehti, vatsakalvon seinänmyötäinen lehti, munasarjat ja munanjohtimet, kivekset ja luukalvo. Sen sijaan iso- ja pikkuaivot hypotalamusta lukuun ottamatta, verisuonet, keuhkot ja vatsaontelon elimet eivät reagoi piston tai viillon aiheuttamaan ärsytykseen yhtä voimakkaasti. Potilas

voi kokea koliikkimaista kipua virtsarakon, viskeraalisen eli suoliston puoleisen vatsakalvon, maksan kapselin tai vatsaontelon onttojen elimien venyttyessä. (Hamunen & Kalso 2009, 281.) Hyvällä leikkaustekniikalla ja tinkimättömällä aseptiikalla voidaan hillitä leikkauksen jälkeisen kivun voimakkuutta jo intraoperatiivisessa vaiheessa (mts. 292).

Hamunen ja Kalso (2009, 279–280) kirjoittavat, että paitsi geneettisillä tekijöillä, myös fysiologisilla tekijöillä on merkitystä potilaan kokemaan kipuun. Fysiologisista tekijöistä tärkein on ikä. Iäkkäämmillä esimerkiksi opioidien kipua lievittävä vaikutus on suurempi kuin nuoremmilla potilailla. Sukupuoli ja potilaan yksilölliset ominaisuudet vaikuttavat niin ikään lääkeaineiden imeytymiseen ja jakautumiseen. Hypovolemia, hypotermia ja hypotensio huonontavat lääkkeiden imeytymistä, mutta voivat toisaalta lisätä lääkeherkkyyttä. Potilaan elimistön happo-emästasapaino vaikuttaa osaltaan lääkeaineiden imeytymiseen ja läpäisevyyteen. (Mts. 279–280.)

Stomberg, Sjöström ja Haljamäe (2001, 432–433) tutkivat ruotsalaisten anestesiasairaanhoitajien käsityksiä intraoperatiivisen kivun kliinisistä ilmenemismuodoista. Tutkimuksen mukaan hoitajien mielestä kivun kliinisiä merkkejä unessa olevalla potilaalla ovat muutokset sykkeessä ja verenpaineessa, ihon kosteus tai tahmeus ja kyynelehtiminen. Mekaanisesti ventiloitavalla potilaalla end-tidal CO₂:n nousu ja spontaanisti hengittävällä potilaalla hengitystaajuu- den ja – volyymin kasvu viestivät hoitajille kivusta.

9 Yleisanestesian ja puudutusten vaikutus verenpaineeseen

Anestesia sana tulee kreikan kielestä ja tarkoittaa ”ilman tuntoa”. Anestesiolla

on kolme eri tarkoitusta; hypnoosi, analgesia ja amnesia. Hypnoosilla tarkoitetaan, että potilas on tiedottomassa tilassa leikkauksen aikana. Analgesia puolestaan tarkoittaa kivuttomuutta sekä amnesia muistamattomuutta, eli potilaalle ei tulisi jäädä muistikuvia toimenpiteistä. Näillä tekijöillä pyritään mahdollistamaan potilaan hyvinvointi operaation aikana ja sen jälkeen. Kivuttomuuden, tiedottomuuden ja muistamattomuuden lisäksi hillitään operaation aiheuttamaa stressivastetta. Stressivaste välittyy autonomisen hermoston kautta metabolisena, neuroendokriinisenä sekä hemodynaamisena stressireaktioina. Olennaista on, ettei anestesia vahingoita potilasta vaan tukee elimistön tasapainoa. (Aantaa, Scheinin & Valtonen, 2006, 376–388.) Anestesiamuodon valinta tulee tapahtua potilaslähtöisesti ja kokonaisuus huomioon ottaen. Anestesialla voidaan tarkoittaa potilaan nukuttamista yleisanestesiassa jolloin tajunnan taso laskee tai eri puudutusmenetelmien käyttöä, jolloin potilaan tajunnantaso säilyy sekä näiden yhdistelmiä. (Pitkänen & Inberg 2006, 390.)

9.1 Yleisanestesiamuodot

Yleisanestesiassa potilas on nukutettuna. Yleisanestesia-aineet annetaan joko inhaloituna tai laskimon sisäisesti. Yleisanestesiassa potilaalle saadaan aikaan tajuttomuus, muistamattomuus, kivuttomuus sekä lihasrelaksaatio. Käytetyt lääke-aineet lamaavat elimistön autonomiset heijasteet. (Kaukinen 2001b, 329.)

Total intravenous anesthesia eli TIVA- käsitettä käytetään, kun puhutaan totaalilaskimoanestesiasta. Tällöin anestesia hoidetaan pelkästään suonensisäisin lääkityksin, ei inhalaatioainein. Propofoli on käytetyin induktiolääke TIVA:ssa. Sitä käytetään useimmiten myös ylläpitoaineena. TIVA:ssa oleellista on käyttää ylläpitoaineina anestesia-aineita, joilla ei ole taipumusta kumuloidua liiaksi. (Aantaa ym. 2006, 385.) Pääsääntöisesti laskimoanesteetit laskevat

verenpaineita (Kaukinen 2001b, 337–340). Laskimoanesteettien verenpainevaikutukset esitellään tarkemmin tämän opinnäytetyön lääkeaineosiossa.

Inhalaatioanestesia on nykyisin harvemmin käytetty anestesianuoto. Siinä pyritään yleisanestesiaan höyrystämällä inhaloitava anesteetti sellaisenaan tai typioksiduulin kanssa. Monet inhalaatioanesteetit ovat liian pistävän hajuisia, hengitysteitä ärsyttäviä tai liian hitaita, joten niitä harvemmin käytetään anestesian induktiossa. Sevofluraani kuitenkin käy tähän tarkoitukseen. (Aantaa ym. 2006). Suurina annoksina inhalaatioanesteetit laskevat merkittävästi verenpaine- ja syketasoa, pois lukien desfluraani, joka suurina annoksina nostaa verenpainetta ja sykettä. (Aantaa ym. 2006, 382; Tunturi 2013b.)

Yhdistelmäanestesiassa käytetään sekä inhaloitavia että laskimonsisäisesti annettavia anesteetteja. Anestesiaan voidaan yhdistää vielä eri puudutuksia, jolloin muita lääkkeitä ei välttämättä tarvita niin paljoa. Näin pystytään valitsemaan potilaan ja operaation kannalta toimivimmat lääkkeet ja niiden yhdistelmät. (Aantaa ym. 2006, 388.)

9.2 Regionaalisia puudutuksia

Puudutusta voidaan käyttää itsenäisenä anestesianuotona tai yhdistettynä sedatioon. Potilaan hereillä ja tajuissaan olo ei kuitenkaan ole peruste valvonnan tason madaltamiselle. (Pitkänen & Inberg 2006, 390.) Puuduteaineet laajentavat laskimoita, mikä alentaa verenpaineita ja voi aiheuttaa bradykardisuutta. Tämän vuoksi verenpaineita tulee seurata heti induktion jälkeen tiuhemmin. (Lukkari ym. 2007, 327–328.)

Spinaalipuudutuksessa puuduteaine ruiskutetaan ohuella neulalla lannenikamien L3-L4 okahaarakkeiden välistä subaraknoidaalitilaan eli lukinkalvonlaiseen tilaan, jota kutsutaan myös spinaalitulaksi. Piston yhteydessä

neula lävistää kovakalvon ja lukinkalvon. Subaraknoidaalitila on aivo-selkäydinnesteen eli likvorin täyttämä tila, jossa on selkäydinhermoja. Puuduteaine pääsee leviämään subaraknoidaalitilassa ja puuduttamaan hermoja. Leviäminen voi tapahtua niin kauan kuin pitoisuus aivo-selkäydinnesteessä on suurempi kuin hermokudoksessa. Puuduteaineen raskaus suhteessa likvornesteeseen sekä potilaan asento vaikuttavat siihen, kuinka laajalle alueelle puudutteen vaikutus leviää. (Sand ym. 2011, 120–121; Pitkänen & Inberg 2006, 409–413.) Puudutuksella saadaan yleensä hyvä kivunlievitys ja liikettä estävä vaikutus alavartaloon. Puuduteaine kuitenkin leviää helposti kraniaalisuunnassa ja lamaa sympaattista hermostoa laajemmalla alueella. (Rosenberg 2003.) Spinaalipuudutuksen haittana voidaan pitää sympaattisen salpauksen ja laskimoiden laajentumisen aiheuttamaa verenpaineen laskua (Pitkänen & Inberg 2006, 414).

Hypotensio on yleisin spinaalipuudutukseen liittyvä komplikaatio, jota esiintyy erityisesti vanhuksilla (Bashir, Curcoo, Shora, Qazi, Faaqi & Qazi 2008). Spinaalipuudutetuilla potilailla voidaan asentoa muuttamalla tehostaa laskimopaluuta ja näin ollen vaikuttaa positiivisesti potilaan verenpaineisiin. Yksinkertaisin keino on nostaa jalkopäätä, hyödyntää siis Trendelenburgin asentoa. Potilaan hypovolemia tulee hoitaa etukäteen riittävällä nestetäytöllä, jotta pystyttäisiin ehkäisemään puudutteen johtuvaa verenpaineen laskua. (Pitkänen & Inberg, 2006, 414.) Tutkimuksessaan Bashir ja muut (2008) kuitenkin kyseenalaistavat systemaattisen esinesteytyksen käytön ennen spinaalipuudutusta. Heidän mukaan positiiviset tulokset hypotension estämisestä esinesteytyksellä on saatu lähinnä terveiltä, nuorilta naisilta keisarinleikkausten yhteydessä. Vanhemmilla ja heikkokuntoisemmilla potilailla esinesteytys voi johtaa keuhkopöhhön ja muihin kardiovaskulaarisiin ongelmiin. Bashirin ja muiden (2008) käsityksen mukaan spinaalipuudutuksesta aiheutuvaa hypotensiota tulisi korjata vasopressiineillä.

Epiduraalipuudutusta käytetään intraoperatiivisessa vaiheessa itsenäisenä

anestesiamuotona tai muiden anestesianmuotojen tukena. Sitä käytetään lisäksi usein postoperatiivisen kivunhoitoon. Epiduraalipuudutuksen pistokohta ei ole niin tarkkaan määritelty kuin spinaalipuudutuksen, vaan se voidaan laittaa mille tahansa korkeudelle selkärangan alueella. Puudutusaine ruiskutetaan kovankalvon ja keltasiteen välissä olevaan epiduraalitilaan, joka koostuu rasvakudoksesta, verisuonista, sidekudossäikeistä sekä nikamien välisestä laskimopunoksesta. Epiduraalitilan rakenteen vuoksi puuduteaine ei pääse leviämään vapaasti. (Pitkänen & Inberg 2006, 415–416; Rosenberg 2003.)

Epiduraalipuudutukseen liittyvä riski on mahdollinen kovakalvon puhkaistu, minkä seurauksena suuri määrä puuduteainetta saattaa päätyä subaraknoidaali- tai subduraalitilaan. Tällöin vaarana on täydellinen spinaalipuudutus, jonka puudutusvaikutus yltää ydinjatkokseen asti. Seurauksena puudutteen vaarallisesta leviämisestä on voimakas sympaattisen hermoston salpaus. Salpaus aiheuttaa verenpaineen voimakkaan laskun, hengitys- ja sydänpysähdysten. Sympaattisen hermoston salpauksesta johtuvat oireet vaativat välitöntä reagointia ja tehokasta hoitoa. (Pitkänen & Inberg 2006, 419–420.)

Onnistuneeseenkin epiduraalipuudutukseen liittyy usein hypotensiota lievän sympaattisen hermoston salpauksen myötä. Syntynyttä hypotensiota pyritäänkin hyödyntämään leikkauksissa vuotojen minimoimiseksi. (Rosenberg 2003.) Voidaan puhua kontrolloidusta hypotensiosta anestesiassa. Tällöin keskiverenpaine pyritään pitämään tasolla 50-65mmHg, jolloin tarkka verenpaine seuranta arteriापainemittauksella on tarpeen. On ajateltu, että hypotension myötä verenvuodot vähenevät. (Hendolin 2000, 141.) Kontrolloidun hypotension aikaan saamiseksi potilaan epiduraalikatetri viedään riittävän korkealle nikamaväliin, jolloin saavutetaan voimakas hypotensio. Elintoimintojen ja hemodynamin ylläpitämiseksi potilaat tarvitsevat adrenaliinitiputuksen. Arteriापaineen lisäksi potilaalta tulee seurata joko keuhkovaltimo- tai keskuslaskimopainetta. Leikkauksen päätyttyä potilaat palautetaan normotensiivisiksi esimerkiksi efedriini-infuusiolla. (Pitkänen & Inberg 2006, 420.) Potilaan tulisi

kuitenkin olla normovoleminen, ennen kuin hypotensiota voidaan toteuttaa potilaalla lääketieteen keinoin. Potilaalla ei saisi myöskään olla pääelinten valtimoiden ahtaumia, sillä ne yhdistettynä hypotensioon voivat aiheuttaa riittämättömän elinperfuusion. (Hendolin 2000, 144.)

10 Anestesian aikana käytettäviä lääkkeitä: vaikutuksia verenpaineisiin

Anestesiahoitajan tulee hallita eri anestesian aikana käytettävien lääkkeiden käyttöä. Hänen täytyy tietää eri lääkkeiden käyttöaiheita ja vaikutusmekanismeja sekä niistä koituvia mahdollisia haitta- ja sivuvaikutuksia. (Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset 2010.) Lääkkeitä annettaessa tulee olla tietoinen anafylaksian eli vakavan allergisen reaktion riskistä. Monet lääkeaineet voivat aiheuttaa allergisia reaktioita, jotka voivat ilmetä iho- ja hengitysoireiden lisäksi verenpaineen laskuna. (Elonen 2012.) Anestesian aikana voidaan käyttää lukuisia eri lääkkeitä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään yleisimpiin lääkkeisiin, joita käytetään Keski-Suomen keskussairaalan leikkausyksiköissä. Käsiteltävillä lääkkeillä on lukuisia vaikutuksia elimistöön eri vaikutusmekanismien kautta, mutta opinnäytetyössä tullaan keskittymään lähinnä lääkkeiden verenpainevaikutuksiin.

10.1 Laskimonsisäiset anesteetit

Tiopentaali kuuluu barbituraatteihin. Tiopentaalia käytetään anestesian induktiossa. Lyhyissä operaatioissa tiopentaali soveltuu myös anestesian ylläpitoon. (Scheinin & Valtonen 2006, 116–117.) Annostus on hyvin yksilöllistä ja

siinä tulee huomioida potilaan ikä, sukupuoli, paino sekä yleiskunto. (Pentocur inj kuiva-aine liuosta varten.) Tiopentaalilla on myös vaikutuksia keskushermostoon, sillä riittävän suurilla annoksilla aivojen metabolia vähenee ja EEG vaimenee. Vaikutukset verenkiertoon ja hengitykseen ovat merkittäviä, mutta kipua poistavaa vaikutusta ei tiopentaalilla ole juurikaan. Verenkiertoa lamaavan vaikutuksen vuoksi tiopentaalia ei tulisi antaa hypovoleemiselle eikä sokkiselle potilaalle. Vaikutus verenkiertoon johtuu lääkeaineen aiheuttamasta vasodilataatiosta sekä sydäntä lamaavasta vaikutuksesta. (Scheinin & Valtonen 2006, 116–118.)

Propofoli on anesteetti, jota käytetään anestesian induktioon sekä ylläpitoon. Propofol soveltuu myös lyhyt- tai pitkäaikaiseen sedaatioon tehohoitopotilailla. Propofolilla on merkittäviä vaikutuksia verenkiertoon sekä hengitykseen. Propofolin annon jälkeen hengitystä joudutaan usein mekaanisesti tukemaan, sillä hengitystä lamaava vaikutus on voimakas. Merkittävin haitta kuitenkin kohdistuu verenpaineiden laskuun. Propofoli aiheuttaa vasodilataatiota sekä vaikuttaa suoraan sydänlihakseen. Vaikutukset ovat hyvin yksilö- ja annoskohtaisia ja lääkkeitä annettaessa tulee seurata vitalitoimintoja tarkkaan. (Scheinin & Valtonen 2006, 120.)

Ketamiini on anesteetti, joka poikkeaa muista anestesia-aineista verenkiertoelimistön vaikutusten suhteen. Toisin kuin monet muut anesteetit, ketamiini aktivoi verenkiertojärjestelmää ja sydäntä. Lääke nostaa verenpainetta ja syke- taajuutta. Tämä voi olla suotuisa vaikutus erityisesti kriittisesti sairaiden potilaiden hoidossa. Sykkeiden ja verenpaineen nousu perustuu pitkälti sympaattisen hermoston aktivaatioon. Tämän vuoksi ketamiinia ei tule käyttää potilailla, joilla on verenpaine tai kallon sisäinen paine merkittävästi koholla. Ketamiini lisää muista anestesia-aineista poiketen myös aivojen aineenvaihduntaa ja verenvirtausta. (Scheinin & Valtonen 2006, 124–125.)

Ketamiinia on hyvä annostella yhdessä bentsodiatsepiinin sekä limaneritystä

estävän lääkkeen, kuten atropiinin tai glykopyrronin kanssa. Erityisesti heräämisvaiheessa on usein ilmennyt painajaismaisia unia, aistiharhoja ja jopa deliriumia. Yhdessä annetun bentsodiatsepiinin tarkoitus on hillitä juuri näitä haittavaikutuksia. (Ketalar 10mg/ml inj, liuos 2013.) Ketamiinista on myös uusi muoto, S-Ketamiini. Vaikutuksiltaan se on kuitenkin hyvin samankaltainen ketamiinin kanssa. (Scheinin & Valtonen 2006, 123–125.)

10.2 Inhaloitavat anesteetit

Sevofluraani on uudehko inhalaatioanesteetti. Se on fluoripitoinen ja eroaa muista vastaavista aineista nopean induktiovaikutuksen vuoksi. Herääminen sevofluraaniunesta tapahtuu myös suhteellisen nopeasti verrattuna muihin inhalaatioanesteetteihin. Sevofluraani sopii inhalaatioanestesiaan sen miellyttävän tuoksun ansiosta. (Rosenberg 2006, 111.)

Sevofluraani saa aikaan hengityksen lamaantumista sekä vaikuttaa verenpaineeseen. Se saa aikaan sydämen minuuttivirtauksen pienenemistä sekä herkistää elimistön perifeeristen suonten vasodilataatiolle lamaamalla verisuonten vastusta. (Rosenberg 2006, 110–111.) Hypotension aste määräytyy kuitenkin pitkälti sevofluraanin annostelusta ja anestesian syvyydestä. Mikäli potilas kärsii hypotensiosta ja –volemiaasta tulisi annostelun suhteen noudattaa varovaisuutta. (Sevorane inhal höyry, neste 2013.)

Desfluraani on uudempi, inhaloitava anesteetti, joka aiheuttaa myös verenpaineen laskua muiden inhalaatioanesteettien tavoin. Kuitenkin suurilla inhalaatiopitoisuuksilla desfluraanilla on sympaattisen hermoston stimulaatioon viittaavia piirteitä, kuten verenpaineen nousu ja pulssi tihentyminen. (Rosenberg 2003, 110–112; Tunturi 2013b.)

10.3 Bentsodiatsepiinit

Bentsodiatsepiinejä käytetään usein anestesian esilääkkeinä. Induktioon ne soveltuvat heikommin, sillä niiden vaikutus alkaa hitaasti ja on hyvin yksilöllinen. Niiden vaikutusaika on pitkä ja ne kumuloituvat elimistöön herkästi. Niillä on sedatiivinen, pelkoja lievittävä, pahoinvointia estävä sekä hypnoottinen ja amnestinen vaikutus. Bentsodiatsepiinien käyttö vähentää muiden anesteettien ja opioidien käytön tarvetta. Bentsodiatsepiinejä käytetään myös kouristusten hoitoon. (Scheinin & Valtonen 2006, 121–122.)

Diatsepaamia käytetään erityisesti esilääkkeenä ennen leikkausta. Opiaattien samanaikainen käyttö voimistaa keskushermostovaikutuksia. Suuret annostukset voivat aiheuttaa hengityslamaa ja heikentää verenkiertoa. Yliannostuksen seurauksena potilaalla voi ilmetä hengityslaman lisäksi hypotensiota, tajunnan häiriöitä ja potilas voi vaipua jopa koomaan. (Stesolid novum 5mg/ml inj, emuls.)

Midatsolaami on voimakas sedatiivi. Annostus tulee toteuttaa titraten, sopivaa vastetta tarkkaillen, ottaen huomioon potilaan iän, fyysisen kunnon sekä kliinisen tarpeen. Sedatitarkoituksessa annettu lääke tulee antaa hitaasti. Midatsolaamia voidaan käyttää esilääkkeenä ennen anestesian alkua, itse anestesiassa induktiossa sekä osana sedaation ylläpidossa. Haittavaikutuksina lääkkeellä on sen aikaansaamat kardiovaskulaariset tapahtumat. Midatsolaami voi aiheuttaa vakaviakin komplikaatioita, kuten sydänpysähdyksiä ja bradykardiisuutta. Lääke vaikuttaa myös verenpaineisiin laskevasti, aiheuttaen vasodilataatiota sekä hypotensiota. Vakavat reaktiot ovat yleensä liittyneet liian suureen antonopeuteen tai lääkemäärään. (Midazolam accord 5mg/ml inj/inf, liuos 2011; Scheinin & Valtonen 2006, 122–123.)

10.4 Hypotension hoitoon käytettäviä lääkkeitä

Dopamiinia käytetään hypotension hoitoon, kun kiertävän nestevolyymien korjaus ei pelkästään riitä (Dopmin 40mg/ml inf konsentr, liuosta varten). Dopamiini vaikuttaa verisuonten sileiden lihasten sekä sydämen reseptoreissa. Dopamiini saa aikaan verenpaineen nousun tehostamalla sydämen pumpaustoimintaa ja lisäämällä kudospertuusiota. Suurilla annoksilla kudospertuusio kuitenkin heikkenee verisuonten supistumisen vuoksi, mikä nostaa myös verenpainetta. (MacDonald & Scheinin 2003, 163.) Dopamiinin vaikutus

verisuoniin vaihtelee eri verisuonissa. Pääsääntöisesti dopamiini supistaa verisuonia, mutta munuaisten ja suoliston verisuoniin vaikutus on dilatoiva. Munuaisten verenkierron kannalta dopamiini on edullinen lääke. (Ruskoaho 2003, 246.) Lääkkeen annon yhteydessä tulee seurata potilaan verenpainetta sekä EKG:tä. Potilaan hypovolemia tulisi korjata ennen lääkkeen antoa, mikäli mahdollista. (Dopmin 40mg/ml inf konsentr, liuosta varten.)

Noradrenaliinia käytetään akuutin hypotension hoitoon. Lääke tulee antaa kontrolloitua nopeutta, käyttäen tippalaskinta, ruiskupumppua tai muuta välinettä, jolla annostelua pystytään tarkkaan kontrolloimaan ja muuttamaan vasteen mukaan. Jatkuva verenpaineseuranta on tarpeen. Noradrenaliini-infuusiota tulee jatkaa niin kauan kuin on tarvetta vasokonstriktiotuelle. Infuusio tulee lopettaa vähitellen, jottei hypotensio voimistu äkillisesti uudelleen. Noradrenaliini-infuusion lisäksi tulisi huolehtia potilaan nesteytyksestä, jotta kiertävä nestevolyymi pysyy riittävän suurena. Näin ehkäistään iskemiaa varmistamalla riittävä kudospertuusio lääkkeen aiheuttamasta vasokonstriktiosta huolimatta. Noradrenaliini vaikuttaa sydämen ja verisuonten reseptoreihin. Se lisää periferisten suonten ja sydämen supistuvuutta. Perifeerisen vastuksen lisääntyminen kohottaa sekä diastolista että systolista verenpainetta. (Noradrenalin hospira 1mg/ml inf konsentr, liuosta varten 2011.)

Etilefriini sopii akuutin hypotension hoitoon. Lääkkeen annon yhteydessä tulee seurata potilaan verenpainetta, syketaajuutta sekä EKG:tä. Etilefriini lisää sydämen supistuvuuskykyä, minuuttitilavuutta sekä iskuutilavuutta. Se voimistaa laskimotonusta, jolloin kiertävä verivolyymi lisääntyy. Lääkkeen vaikutus systoliseen verenpaineseen on voimakkaampi kuin diastoliseen. (Effortil 10mg/ml inj, liuos.) Etilefriinin haittavaikutuksina voi ilmetä takykardiaa sekä liiallista verenpaineen nousua, sydäniskemiaa on myös havaittu (Ruokonen 2013a). Etilefriiniä ei suositellakaan annettavaksi potilaille, jotka sairastavat sydänsairauksia (Tunturi 2013d).

Phenylepfriini/fenyyliefriini on vasokonstriktori, jota käytetään erityisesti anestesian aikaisen hypotension hoitoon. Käyttöaiheena hypotension lisäksi on spinaalipuudutuksen keston pidentäminen. (Neo-synephrine 1 % injektio-neste 2013.) Lääkeaine saa aikaan voimakkaan vasokonstriktion sekä perifeerisen tonuksen lisääntymisen, mikä voi toisinaan johtaa reflektoriseen bradykardiaan (Ruskoaho 2003, 246). Verenpaineen nousuun liittyy myös sydämen lyöntitiheyden lasku (MacDonald & Scheinin 2003, 159).

10.5 Hypertension hoitoon käytettäviä lääkkeitä

Labetatolia käytetään verenpaineen alentamiseen muun muassa hypertensiivisessä kriisissä sekä leikkauksen aikaisessa kontrolloidussa hypotensiossa. Lääke aiheuttaa voimakkaan verenpaineen laskun laajentamalla perifeerisen verenkierron vastusta. Labetaloli ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi sydämen minuuttitilavuuteen, iskutilavuuteen tai syketaajuuteen. (Ruokonen 2013b.) Akuuteissa sydäninfarkteissa verenpaineen ja perifeerisen vastuksen lisäksi syketaajuus kuitenkin laskee. Labetaloli hillitsee rasituksesta johtuvaa sykkeen ja verenpaineen nousua. Haittavaikutuksina potilaalla voi esiintyä muun muassa hypotensiota sekä bradykardiaa. (Albetol 10mg/ml inj, liuos.)

Natriumnitroprussidia voidaan käyttää hypertensiivisen kriisin hoidossa sekä leikkauksen aikaisessa kontrolloidussa hypotensiossa. Lääke relaxoi siileä lihasta ja laajentaa voimakkaasti sekä laskimo- että valtimopuolen verisuonia. (Ruokonen 2013c.) Inhalaatioanesteettien yhtäaikainen käyttö voi voimistaa hypotensiivista vaikutusta. Natriumnitroprussidi tulee antaa infuusiopumpun kautta, sillä pienetkin lääkemannoksen vaihtelut voivat aiheuttaa suuriakin heilahduksia potilaan verenpaineissa. (Nitropress 25 mg/ml infuusiokonsentraatti 2013.) Verenpainetta tulee seurata invasiivisella menetelmällä. Annosohjeistuksia ei pidä ylittää, sillä lääke voi aiheuttaa syanidimyrkytyksen. (Ruokonen 2013c.)

10.6 Opioidit

Opioideja käytetään yleisanestessioissa sekä regionaalianestessioissa kivun lievitykseen. Vasteen ja haittavaikutusten ilmeneminen on hyvin yksilöllistä, joten annostuksen titraaminen täytyy tapahtua tapauskohtaisesti. (Salomäki 2006b, 130.) Vaikutukset verenpaineisiin ja sykkeeseen vaihtelevat eri opioideilla (Tunturi 2013c). Pääsääntöisesti ne kuitenkin vaikuttavat laskevasti verenpaineisiin ja sykkeisiin (Kotavainio, Mäenpää & Kuusisto 2012). Opioidit ovat tehokkaita kipulääkkeitä kudosvauriokivuissa, mutta hermovauriosta johtuvan kivun hoidossa vaste on epävarmempaa (Salomäki 2006b, 130).

Fentanyyliä käytetään intraoperatiivisessa kivunhoidossa. Sitä pystytään käyttämään myös spinaali- ja epiduraalipuudutuksissa. Itsenäiset vaikutukset verenkiertoon ja sydämeen ovat vähäiset. Kuitenkin lääkettä ei suositella annettavaksi hypovoleemisille eikä hypotensiivisille potilaille. Fentanylin ja bentsodiatsepiinien samanaikainen käyttö voi aiheuttaa kardiovaskulaarisen toiminnan heikkenemistä ja verenpaineen laskua. (Fentanyl-hameln 50mikrog/ml inj, liuos.)

Remifentaniiliä käytetään intraoperatiivisessa kivunhoidossa ja se annetaan infuusiona. Remifentaniili vaikuttaa sykkeisiin ja verenpaineisiin laskevasti. Sitä ei saa käyttää epiduraalitilaan sen sisältämän aminohapon vuoksi. (Tunturi 2013c.) Remifentaniilin vaikutus loppuu nopeasti, 5-10 minuutissa, joten lääkkeen annon loputtua täytyy varautua siihen, että potilaan kivut palautuvat. Remifentaniilin yhdenaikainen käyttö sedatoivien anesteettien, kuten propofolin tai tiopentaalin kanssa vähentää niiden tarvetta. (Ultiva 1mg kuiva-aine välikonsentr inj/inf nestettä varten, liuos 2011.)

10.7 Lihasselaksantit

Lääkeaineilla pyritään lamaamaan hermo-lihasliitosten toimintaa ja näin ollen luurankolihasia. Lihasselaksantteja käytetään yleisanestesiassa sekä joissain tapauksissa tehohoidossa hengityskonepotilailla. Lihasselaksantteja on olemassa nondepolarisoivia ja depolarisoivia, jotka eroavat toisistaan vaikutusmekanismeiltaan; hermo-lihasliitosten salpaustavoiltaan, mutta myös vaikutusnopeudeltaan. Depolarisoiva lihasrelaksantti saa aikaan nopean, noin minuutissa alkavan salpauksen, kun taas nondepolarisoivilla vaikutus alkaa pääsääntöisesti hitaammin. Nondepolarisoivalle lihasrelaksantille on vastavaikuttaja, jolla voidaan kumota lihasrelaksantin vaikutus. Depolarisoivalle ei tällaista vastavaikuttajaa ole. Osa lihasrelaksanteista vapauttaa histamiinia, mikä aiheuttaa potilaalla verenpaineen laskua. Lihasselaksantin verenpaineita alentava vaikutus on verrannollinen sen histamiinia vapauttavan reaktion voimakkuuteen. Lihasselaksantit saattavat aiheuttaa autonomisen hermoston reseptoreissa reaktioita, jotka heijastuvat muutoksina verenkiertoelimistössä. (Kaukinen 2001a, 211, 213, 215–218; Olkkola 2003, 554–564.)

Suksametoni on ainut Suomessa käytössä oleva depolarisoiva lihasrelaksantti. Sitä käytetään, kun halutaan nopea lyhytkestoinen lihasrelaksaatio, kuten intubaatiossa tai sähköshokkihoidossa. (Sukolin 50mg/ml inj, liuos 2012.) Suksametonin vapauttaa kaliumia ja histamiinia. Erityisesti vammautuneilla se voi johtaa fataaliin hyperkalemiaan. Histamiinin vapautumisesta johtuva verenpaineen lasku on yleinen haittavaikutus. (Kaukinen 2001a, 217–218; Sukolin 50mg/ml inj, liuos 2012.) Suksametonin voi autonomisen hermoston vaikutuksen myötä johtaa takykardiaan ja verenpaineen nousuun tai bradykardiaan ja verenpaineen laskuun (Olkkola 2003, 564).

Sisatrakuuri on puolestaan nondepolarisoiva lihasrelaksantti, jota käytetään kirurgisissa toimenpiteissä. Sisatrakuurin haittavaikutuksiin luetaan hypotensio, mikä johtuu pitkälti histamiinin vapautumisesta. Lääkeaine lamaa myös

hengityslihaksia muiden lihasrelaksanttien tavoin. (Kaukinen 2001a, 216–217; Nimbex 2mg/ml inj, liuos 2010.)

10.8 Puudutteet

Puudutteiden kliinisiä käyttöaiheita ovat muun muassa jo edellä mainitut spinaali- ja epiduraalipuudutukset sekä laskimopuudutus, pintapuudutus (esim. nenän tai virtsaelinten limakalvojen puuduttaminen nenämahaletkun laitton tai virtsarakon katetroinnin yhteydessä) ja infiltraatiopuudutus (esim. haavojen ompelun yhteydessä puuduteaine injektoidaan suoraan kudokseen, jonka halutaan puutuvan). Puudutteiden vaikutusaika on suoraan verrannollinen aikaan, jonka ne ovat kosketuksissa puudutettavan hermon kanssa. Aikaa voidaan usein pidentää lisäämällä puuduteaineen sekaan adrenaliinia. Adrenaliini saa aikaan vasokonstriktion, jolloin verisuonet supistuvat ja verenkierto alueella heikkenee. Näin ollen puuduteainetta ei pääse siirtymään verenkierron mukana vaan se pysyy halutulla alueella. Huomioitavaa on, ettei adrenaliinia pidä käyttää, kun puudutetaan kehon ääriosia esimerkiksi korvanlehtiä, sormia tai nenää. Vasokonstriktion myötä se voi aiheuttaa alueelle jopa kuolion. (Rosenberg 2003.)

Lidokaiini on yleisesti käytetty, teholtaan keskinkertainen puuduteaine. Käyttöaiheet lidokaiinille ovat moninaiset. Sitä käytetään muun muassa pintapuudutuksiin limakalvojen puudutuksissa sekä infiltraatiopuudutuksiin, esimerkiksi haavoja ommellessa sekä spinaalipuudutuksiin. Lidokaiiniin kanssa voidaan käyttää adrenaliinia, joka pidentää puudutuksen kestoa hidastamalla sen imeytymistä verenkiertoon. Spinaalipuudutuksissa sen on havaittu aiheuttavan hetkellisiä hermoärsytysoireita. (Pitkänen 2006, 161.) Lidokaiinin haittavaikutukset ovat pitkälti sydämen ryhtiin kohdistuvia. Verenpaineen lasku ja ääreisverisuonten vasodilataatio ovat harvinaisia. (Lidocain 10mg/ml inj, liuos.)

Bupivakaiini on rasvaliukoinen puuduteaine, jota käytetään spinaali-, epiduraali- ja johtopuudutuksissa. Adrenaliiniin lisäys puuduteaineeseen ei lisää merkittävästi puudutuksen kestoa. Suurissa annoksissa adrenaliini kuitenkin voi pienentää puudutepitoisuuksia verenkierrossa. (Pitkänen 2006, 163.) Bupivakaiinia on saatavilla hyper- ja isobaarisina liuoksina. Bupivakaiinin yleinen haittavaikutus on hypotensio. Systeemiverenkiertoon päästyään bupivakaiini on sydäntoksisuutensa vuoksi aiheuttanut vakavia, vaikeasti hoidettavia kammioperäisiä rytmihäiriöitä. (Bicain 2.5mg/ml inj, liuos 2013.)

Ropivakaiinia voidaan antaa epiduraalitilaan injektiona tai infuusiona sekä hermoa ympäröivään tilaan. Kirurgisissa toimenpiteissä kerta-annokset voivat olla suuriakin halutun vaikutuksen aikaansaamiseksi. Postoperatiivisesti ropivakaiinia voidaan antaa yhdessä fentanyylin kanssa epiduraalitilaan kivunhoidoksi. Lääkkeen haitalliset vaikutukset verenpaineisiin ja kardiovaskulaarisien järjestelmään liittyvät pitkälti tahattomiin suonensisäisiin injektioihin. Ennen lääkkeen antoa tulee varmistaa aspiroimalla, ettei lääkeaine pääse vahingossa systeemiseen verenkiertoon. Kokeeksi voi antaa adrenaliinia, jolloin mahdollinen suoneen injektointi näkyisi äkillisenä sykkeiden nousuna. (Naropin 2mg/ml inj/inf, liuos 2012.)

11 Lämpötalouden merkitys verenpaineeseen leikkauksen aikana

Leikkauksen aikana on huolehdittava potilaan lämpötaloudesta. Anestesia lamaa elimistön kykyä säädellä ydinlämpöään. Leikkausasennot ja kevyet peitetyt altistavat ruumiinlämmön laskulle. Anestesia-aineiden vaikutuksesta keskushermoston kyky lähettää perifeerisiä verisuonia supistavia ja laajentavia ärsykeitä lamaantuu. Verisuonten laajetessa anestesia-lääkkeiden vaiku-

tuksesta lämmön haihtuminen lisääntyy ja verenpaineet laskevat verivolyymien jakautuessa tasaisemmin myös kehon ääreisosiin. Jo vähäinenkin ydinlämmön lasku kaksinkertaistaa verenvuotojen määrän. Vuodot lisääntyvät herkästi, sillä veren viskositeetti muuttuu jäähtymisen myötä; verihiutaleiden toiminta heikkenee ja fibrinolyysi vilkastuu. (Kokki 2013, 140–141.)

Kokin (2013, 142) mukaan potilaan ydinlämpöä tulee mitata mikäli leikkaus kestää yli tunnin. Ydinlämpöä voidaan mitata muun muassa keuhkovaltimosta, tärykalvolta, nenänielusta ja virtsarakosta. Potilaan jäähtymistä voidaan estää lämmintä ilmaa puhaltavilla laitteilla, lämpöasuilla sekä lämmittämällä i.v -nesteet ennen antoa 37 °C:een, mikäli tarkoitus on tiputtaa potilaalle yli 500ml.

12 Olemassa olevan verenpainetaudin ja –lääkityksen vaikutus anestesiaan ja leikkauskelpoisuuteen

Potilaan säännöllisesti käyttämää verenpainelääkitystä tulisi jatkaa leikkaukseen asti ja se tulee aloittaa uudelleen mahdollisimman pian leikkauksen jälkeen. ACE-estäjät ovat poikkeus, eikä niitä tulisi antaa leikkauspäivänä, sillä ne voivat vahvistaa liiaksi hypotensiota. Verenpainetaudin tulisi olla hoitotasapainossa ennen leikkausta, jotta turhilta hypo- ja hypertensioilta vältyttäisiin leikkauksen aikana. Verenpaineen rajut vaihtelut altistavat potilaan erilaisille komplikaatioille. Verenpainetta ei tulisi lähteä leikkausta edeltävästi laskemaan liian rajusti, sillä se voi lisätä anestesian aikana verenkiertohäiriöitä. Toisaalta, jos diastolinen paine on yli 120mmHg, olisi leikkausta syytä siirtää myöhemmäksi, jotta verenpainetaso voitaisiin turvallisesti optimoida. Mikäli leikkauksen lykkäämiselle ei ole mahdollisuutta, pyritään verenpainetasoa kontrolloimaan suonensisäisellä vaso-aktiivilääkityksellä. (Jalonen & Peltola 2006, 611–612.)

Käypä hoito -suosituksissa määritellään potilaan anestesian kannalta turvallisiksi verenpainerajoiksi systoliselle verenpaineelle 180mmHg ja diastoliselle 110mmHg. Näiden rajojen alle tulisi siis pyrkiä ennen leikkausta. Hoitamaton verenpainetauti ei kuitenkaan ole itsenäinen riskitekijä leikkaukselle. Se toimii lähinnä indikaattorina sydän- ja verisuonitaudeille. Käypä hoito -suosituksissa hoitamaton verenpainetauti on luokiteltu heikkoihin ennustetekijöihin leikkausriskien suhteen. Korkean verenpaineen aiheuttamat pääte-elinvauriot, kuten munuaisten vajaatoiminta tai aivoverenkierronhäiriöt ovat merkittävämpiä leikkausriskejä kuin sydän- ja verisuonikomplikaatiot. (Leikkausta edeltävä arviointi 2008.)

13 Tietokoneavusteinen oppiminen

13.1 Anestesiahoitajan ammattiin oppiminen

Ammattikorkeakoulussa opiskelevat sairaanhoitajaopiskelijat valmistuvat asiantuntijatehtäviin. Asiantuntijatehtävässä työskentely vaatii vahvaa kliinistä osaamista, vankkaa teoreettista hoitotyön tietopohjaa, arvoperustan ymmärtämistä, käytännön kokemusta sekä kyvyn arvioida ja kehittää tutkitun tiedon perusteella hoitotyötä. (Sairaanhoitajan, terveydenhoitajan ja kättilön osaamisvaatimukset terveydenhuollossa 2000.) Valmistuttuaan ammattiin sairaanhoitajalla tulisi siis olla ammatin vaatimat taidot ja tiedot, sekä ennen kaikkea kyky etsiä tutkittuun tietoon perustuvaa tietoa ongelmien ratkaisemiseksi. Ammatillinen pätevyys vaatii jatkuvaa kasvua ja kehittymistä sekä oma-aloitteista tiedonhankintaa. (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 13–17.)

Oppiminen voi tapahtua yksin tai yhdessä. Yksilöllinen ja yhteisöllinen oppi-

minen tukevat toisiaan. Tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että yhteistoiminnallisessa oppimisessa saavutetaan usein menestyksekkäämpiä tuloksia, kuin yksin opiskellessa. Yhdessä opiskellen saadaan usein erilaisia näkökulmia ongelmaan ja sen ratkaisuun. (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 31.) PIUHA:ssa kehiteltävän pelin onkin tarkoitus tukea tätä käsitystä. Valmista peliä on tarkoitus pystyä pelaamaan sekä yksin että yhdessä. (Mäkelä 2013).

Opiskelijan on kyettävä yhdistämään opittava asia käytäntöön, jotta oppiminen etenee; tarvitaan kontekstuaalisuutta. Voidaan puhua heikosta, keskinkertaisesta sekä vahvasta kontekstuaalisuudesta. Heikossa kontekstuaalisuudessa opettaja, tai jo käytännön kokemusta omaava opiskelija, voi kertoa esimerkkejä työelämästä ja sitoa näin teoriaa käytäntöön. Keskinkertaisessa kontekstuaalisuudessa oppimista pyritään edistämään lähestymällä oikean tunteisia ja aitoja tilanteita. Tällä tasolla voidaan hyödyntää erilaisia potilas- tai tilannetapauksia eli caseja. Näitä caseja ratkaistessaan opiskelijat joutuvat hyödyntämään tutkittua tietoa sekä omaa kokemustaan. Vahvassa kontekstuaalisuudessa opiskelijat osallistuvat itse käytännön toimintaan. (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 36–37.)

Pelin kysymyksiä laadittaessa on pyritty lähestymään keskinkertaista kontekstuaalisuutta. Itse oppimispelin pelaaminen ei vielä ole vahvaa kontekstuaalisuutta, sillä se vaatii käytännön työssä oppimista; aidon ongelman ratkaisemista hyödyntäen tutkittuun tietoon perustuvia ratkaisuja (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 38).

13.2 Tietokoneavusteinen oppiminen

Verkko-opiskelun etuina pidetään sen tuomia vapauksia opiskelun suhteen. Verkossa tapahtuva opiskelu ei sido opiskelijaa aikaan tai paikkaan, vaan

opiskelija pystyy sulauttamaan opiskeluhetken omaan aikatauluunsa. Tietotekniikan hyödyntäminen opiskelussa tuo myös haasteensa. Opiskelijalla tulee olla perustaidot tietokoneen ja käytettävissä olevan sovellutuksen käytöstä, jotta mielekäs ja tehokas oppiminen voi tapahtua. Liian monimutkaiset ja toimimattomat tietokonejärjestelmät vaikeuttavat opiskelua. (Vähäkuopus, Ervelius & Vuokila-Oikkonen 2005, 133–135.) Opiskelijat tiedostavat tietotekniikan tuomat vaateet opiskelulle ja tulevalle työuralle; tarpeen kehittyä ja pysyä ajan hermolla (Cullingford & Haq 2009, 44).

Opiskelijoiden asenteet tietokoneavusteista oppimista ja opetusta kohtaan ovat myönteisiä. Tietokoneita pidetään hyödyllisinä ja opiskelua tukevinä välineinä. Koetaan, että nykypäivänä vain harvassa työssä pärjää ilman tietokoneita ja tietotekniikkaa, joten tietokoneiden käyttäminen opiskelussa tukee myöhemmin töissä pärjäämistä. (Cullingford & Haq 2009, 40.) Sosiaali- ja terveysalallakin tietokoneiden ja tietotekniikan merkitys on kasvanut huomattavasti (Tietotekniikka sosiaali- ja terveydenhuollossa 2001). Voidaan kuitenkin pohtia, johtuuko opiskelijoiden mielipiteet tietokoneiden hyödyllisyydestä yleisestä paineesta olla sitä mieltä, vai tietokoneista saatavan henkilökohtaisen mielihyvän kokemuksen vuoksi. Tietokoneiden käytön mielekkyys perustuu nimittäin osin sen viihteelliseen arvoon ja osin sen hyödyllisyyteen. (Cullingford & Haq 2009, 42–47.)

Klopfer (2008, 14) määrittelee pelin tarkoitukselliseksi, tavoitekeskeiseksi, sääntöihin perustuvaksi aktiviteetiksi, jonka pelaajat kokevat jossain määrin hauskaksi. Kouluympäristössä pelit toteutetaan usein tietovisatyypisesti. Opettaja jakaa luokan ryhmiin ja esittää opiskeltavasta aiheesta kysymyksiä, joihin oppilaat vastaavat. Se, mikä tekee tapahtumasta pelin kokeen sijaan, on oikeista vastauksista saatava jonkinlainen palkinto perinteisen arvosanan sijaan. (Klopfer 2008, 14.)

Opettajat pyrkivät motivoimaan opiskelijoita pelien avulla. Haasteena on kuitenkin sovittaa pelit osaksi opintokokonaisuuksia. Puutetta on toimivista ja innostavista peleistä, joiden avulla oppimista voisi tapahtua. Käytettäessä termiä ”peli” opiskelutavan yhteydessä on vaarana, että siihen suhtaudutaan vähemmän vakavasti. Pelin mahdollisuuksia vakavasti otettavana oppimismuotona ei välttämättä aina nähdä. (Klopfer 2008, 15.)

Oppimispelin määrittelemineen on haastavaa. Voidaan kuitenkin ajatella, että oppimispelissä tulisi tapahtua tiedon siirtoa ja omaksumista, hypoteesien testausta sekä monimutkaisten ja -muotoisten järjestelmien ymmärtämistä. Toisin sanoen pelit, joissa voi harjaannuttaa kommunikaatiotaitoja, ryhmätyötaitoja, neuvottelutaitoja, strategista ajattelukykyä, tiedon käsittelyä ja työstää numerosovellutuksia ovat oppimispelejä. Nämä kriteerit täyttyvät monissa peleissä, myös niissä joita emme perinteisesti pidä oppimispeleinä. (Klopfer 2008, 17–18.) Oppimispelejä suunnitellessa tulee pitää mielessä ja hyväksyä, että joissain asioissa perinteiseen didaktiikkaan nojautuva oppiminen on mielekkäämpää ja tehokkaampaa kuin tietokoneavusteinen oppimispeli. Uusille ideoille ja opetustavoille täytyy kuitenkin antaa aikaa kehittyä. (Klopfer 2008, 20.)

13.3 Motivaation merkitys oppimisessa

Motivaatio on keskeinen käsite oppimisessa. Hyvän motivaation myötä oppiminen on tehokkaampaa. Motivoitunut oppija jaksaa keskittyä ja paneutua opeteltavaan asiaan, eikä lannistu pienistä haasteista. Hyvä motivaatio lisää tunnetta aktiivisesta roolista oppijana, tunne, että itse pystyy vaikuttamaan oppimiseen ja selviää vaikeammistakin tehtävistä. Tietokonepeli voi toimia motivaation lisääjänä. Se voi tarjota pelaajalleen sopivan tasoisia haasteita, joita pelaaja voi ratkoa omaan tahtiin, oman aikataulunsa mukaisesti. Motivaation lisääjänä voi olla myös tietokonepelin tuoma vaihtelu tavanomaiseen

kirjapainotteiseen opiskeluun. (Ronimus 2013, 4-6.)

Oppimisen kannalta on siis tärkeää, että oppimispelin kysymykset tukevat ja kannustavat opiskelijaa. Käsiteltäessä oppimista, on luonnollista mainita kehityspsykologian klassikot Jean Piaget ja Lev Vygotsky, joka ovat pitkälti ohjanneet käsityksiämme kognitiivisesta kehityksestä ja oppimisesta. Piaget korostaa oppimisessa lapsen oman aktiivisuuden tukemista. Hänen mukaan lapsi rakentaa oppimansa asian jo aiemmin opitun ja omien kokemustensa pohjalta. Vygotsky puolestaan on luonut teorian lähikehityksen vyöhykkeestä, jolla oppimisen tulisi tapahtua. Ajatuksena teoriassa on, että opetuksen tulisi keskittyä parhaillaan kehittyvillä oleviin asioihin, vanhan, jo opitun sijaan. Opetus on silloin Vygotskyn mielestä oikealla tasolla, kun lapsi selviää annetuista tehtävistä pienellä tuella ja hienovaraisella ohjauksella. Liian helpot oppimistehtävät eivät tue kehitystä, eivätkä liian vaikeatkaan. Opeteltavan asian tulee olla suhteutettuna lapsen kehitystasoon. (Nurmi, Ahonen, Lyytinen, Lyytinen, Pulkkinen & Ruoppila 2006, 87–88.) Tätä teoriaa voi soveltaa myös PIUHA -pelin kysymyksiä laadittaessa. Kysymysten tulisi olla vaikeustasoltaan sopivan haastavia, jotta ne edesauttaisivat oppimista. Kysymysten täytyisi myös pohjautua samoihin oppimissisältöihin, kuin hoitotyön koulutusohjelman periooperatiivisen hoitotyön osuus.

Lapsuusajan oppimista tutkittaessa on luotu historian saatossa jo niin vahvoja teorioita oppimisesta, että ne muodostavat vakaan pohjan tarkasteltaessa minkä ikäisten oppimista tahansa. Näin ollen monet lapsuuden aikaisen oppimisen käsitteistä ja tapahtumista ovat suoraan verrattavissa ja yhdistettävissä aikuisten oppimisprosesseihin. (Boshier 2006, 63.)

14 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tutkittuun tietoon pohjautuvia, opiskelua tukevia ja motivoivia kysymyksiä aiheesta: ”Aikuisen potilaan intraoperatiivinen verenpaineen tarkkailu ja hoito.” Opinnäytetyön toimeksiantaja on PIUHA -projekti, jonka kehittämään verkkopeliin laadittujen kysymysten on tarkoitus päätyä.

14.1 Verenpaineen tarkkailun merkitys ja anestesiasairaanhoitajan rooli sen turvaamisessa

Verenpaineen tarkkailu on merkittävä osa intraoperatiivista hoitotyötä. Verenkierron turvaaminen on potilaan hengissä selviämisen edellytys. (Leppäluoto ym. 2008, 145.) Noninvasiivisilla ja invasiivisilla verenpaineen tarkkailumenetelmiä hyödyntäen anestesiasairaanhoitaja pystyy seuraamaan verenpainetta (Liukas ym. 2013; Lukkari ym. 2007, 313). Lääke- ja nestehoidon keinoin anestesiasairaanhoitaja turvaa halutun verenpaineen anestesiahoitajalta saamiensa ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Anestesiasairaanhoitajalla tulee olla kyky havainnoida ja tulkita seurantamonitorien antamaa informaatiota sekä muutoksia potilaan voinnissa kokonaisvaltaisesti hyödyntäen kaikkia aistejaan. Anestesiasairaanhoitajilta vaaditaan myös itsenäistä päätöksentekokykyä sekä ennen kaikkea tiimityö- ja vuorovaikutustaitoja. (Anestesiasairaanhoitajan osaamisvaatimukset 2010.)

Anestesiasairaanhoitajalta edellytetään vankkaa hoitotyön osaamista sekä laajojen kokonaisuuksien hallintaa, jotta hän pystyy turvaamaan potilaan anestesian leikkauksen aikana yhteistyössä anestesiahoitajan kanssa. (Lukkari ym. 2007, 27–31). Ihmisen elimistö on monimutkainen järjestelmä, jossa kaikki osat alueet vaikuttavat suoraan tai välillisesti toisiinsa. Verenpaineen vaihtelut voi-

vat viestittää monista eri asioista, kuten ventilaatiovajauksesta, stressistä, lämpötalouden heilahteluista, hormonituotannon muutoksista tai leikkausasennon kuormittavuudesta. (Sand ym. 2011, 10; Liukas ym. 2013.) Anestesiahoitajalla tulee olla kyky päätellä, mistä kulloisetkin vaihtelut johtuvat ja osaamista toimia tilanteen vaatimalla tavalla (Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset 2010).

Anestesiahoitajan täytyy pystyä tunnistamaan oman osaamisen ja vastuun rajat. Hänen ei tarvitse selvittää tilanteista yksin. Potilaan tilan sitä vaatiessa, anestesiahoitajan tulee kutsua anestesiälääkäri paikalle, mikäli hoitajan omat resurssit eivät enää tilanteen hallitsemiseen riitä. Vakavat hyper- ja hypotensiot voivat olla esimerkkejä tilanteista, jolloin vaaditaan anestesiälääkärin konsultaatiota ja läsnäoloa. (Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset 2010; Lukkari ym. 2007, 303–307.)

Tietokoneavusteinen oppiminen ja tietokonepelit voivat olla apuna kasvamisessa anestesiahoitajan vaativaan rooliin. PIUHA -verkkopeli tulee olemaan uusi perioperatiivisen hoitotyön opiskeluväline (Mäkelä 2013). Sen kysymykset herättelevät pelaajaa pohtimaan tulevassa työssään tarvitsemia valmiuksia ja vaatimuksia. Tämän opinnäytetyön osalta kysymykset valmistelevat pelaajaa aikuisen potilaan intraoperatiivisen vaiheen verenpaineen tarkkailuun ja turvaamiseen.

14.2 Opinnäytetyön käytännön toteutus ja tiedonhankinta

Opinnäytetyö koostuu teoria- ja kysymysosuudesta. Teoriaosuus toimii selkärangana ja perustana kysymysosudelle. Lähteiden käytössä on hyödynnetty monipuolisesti sekä kotimaisia että kansainvälisiä ajantasaisia artikkeleita, tutkimuksia, oppikirjoja sekä muita julkaisuja. Aineistohakuja tehtiin Nelli – por-

taalin kautta käyttäen JaNet-, Chinal-, Arto- ja ebrary -tietokantoja, Terveysporttia sekä Google scholar -hakupalvelinta.

Haasteeksi muodostui aiheen rajaaminen sekä tiiviin teoriaosuuden muodostaminen. Aiheeseen liittyy monia eri osa-alueita, jotka oli perusteltua käydä läpi teoriaosuudessa. Opinnäytetyössä päätettiin keskittyä käsittelemään intraoperatiivisen vaiheen verenpaineen tarkkailua ja turvaamista yleisellä tasolla. Opinnäytetyössä ei käydä läpi eri leikkaus- tai potilasryhmäkohtaisia tapauksia. Teoriaosuutta pystyy hyödyntämään perioperatiivisen hoitotyön eri opiskeluvaiheissa itsenäisenä materiaalina.

Tulevan pelin teknisten ominaisuuksien vuoksi kysymysten tuli olla monivaihtokysymyksiä ja yhdistelytehtäviä. Avoimiin kysymyksiin pelisovellus ei sovi. Opinnäytetyön toimeksiannon mukaan kysymysten vastausvaihtoehdot tuli virheluokitella. Tämä ohjasi kysymysten laadintaa, sillä vastausvaihtoehtojen tuli olla selkeitä ja yksiselitteisiä, ei tulkinnanvaraisia.

Kysymysten laatimisen havaittiin olevan varsin vaativaa. Yksi kysymyksille asetetuista tavoitteista oli hoitotyölähtöisyys. Koko opinnäytetyöprosessin ajan pohdittiin, mitä hoitotyön opiskelija tai valmis hoitaja haluaisi oppia ja kerrata, millaisia kysymyksiä harjoittelut ovat opinnäytetyön tekijöissä herättäneet ja missä on hoitajan vastuun rajat.

14.3 Luotettavuus ja eettisyys

Luotettavuuteen tähdättäessä ensisijaisena toimenä tässä opinnäytetyössä oli validien lähteiden löytäminen. Ajankohtaisilla ja asiasisällöllisesti pätevillä lähteillä haluttiin taata kysymysten laatu ja luotettavuus. Validien lähteiden käyttäminen on osa työn luotettavuuden ja pätevyyden varmistamista (Hirs-

järvi, Remes & Sajavaara 2013, 231). Lähteitä etsittäessä käytettiin Nelli -portaalin alakohtaisia tietokantoja sekä viimeisimpiä alan oppikirjoja. Kysymysten luotettavuus tarkistetaan PIUHA -projektin toimesta, ennen kuin ne päätyvät PIUHA -verkkopeliin.

Kysymyksiä laadittaessa pyrittiin pitämään mielessä tulevan pelin kohde-ryhmä; tulevat ja nykyiset hoitotyön ammattilaiset. Kysymysten tuli olla hoitotyölähtöisiä. Ne eivät saa ohjata hoitajia liian itsenäiseen lääkehoitoon tai ylittämään valtuuksiaan. Sairaanhoitajan tulee kyetä itsenäiseen työskentelyyn ja potilaan kokonaisvaltaiseen hoitoon lääkärin määräysten ja ohjeistusten mukaan (Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon 2006, 63). Anestesia-
lääkäri antaa lääkemääräykset, joita hoitaja toteuttaa (Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset 2006). Tämä on otettu huomioon jo kysymyksen asettelussa.

Kysymysten virheluokittelu koettiin erittäin haasteelliseksi. Vastausvaihtoehdot luotiin teoriaosuutta mukaillen, mutta usein, erityisesti virheellisten vastausvaihtoehtojen työstämisessä jouduttiin käyttämään teorialiedon rinnalla myös omaa kekseliäisyyttä. Vastausvaihtoehtojen luomisen yhteydessä huomattiin, miten vaikeaa on luokitella virhe lieväksi, haitalliseksi tai virheelliseksi. Esimerkiksi lääkeaineiden vasteet voivat olla hyvin yksilöriippuvaisia. Tällöin väittämät niiden turvallisuudesta tai haitallisuudesta eivät ole ehdottomia totuuksia. Rajanvedot virheluokkien välillä ovat häilyviä, sillä aina voi olla tilanteita, jossa lievä virhe osoittautuu fataaliksi tai päinvastoin. Virheluokittelua tehdessä on jouduttu käyttämään omaa harkintaa ja tekemään johtopäätöksiä opinnäytetyöprosessin aikana karttuneen tiedon pohjalta. Mikään lähdetieto ei tarjoa suoria vastauksia ehdottoman oikean virheluokittelun toteuttamiseksi. Tämä voi osaltaan heikentää kysymysten laatua ja luotettavuutta.

14.4 Kysymysten onnistuminen ja jatkotoimenpiteet

Opinnäytetyön tuotoksena syntyneet 21 kysymystä muodostuvat 19 monivalintakysymyksestä, yhdestä kyllä/ei -kysymyksestä ja yhdestä yhdistelytehtävästä. Kysymysten laadinnassa huomioitiin teoriaosuudessa esitelty tieto, josta pyrittiin muokkaamaan vaatimustasoltaan vaihtelevia kysymyksiä. Peliä pelatessaan pelaaja saa onnistumisen kokemuksia helpompien kysymysten kohdalla. Case-tyyppiset syvempää tietämystä vaativat kysymykset pyrkivät herättelemään oppimishaluja. Yksinkertaisimmillaan kysymykset tarjoavat tietoa perioperatiivisen hoidon käsitteistä ja käytettävien lääkeaineiden nimitystä. Aiheen laajuuden vuoksi päädyttiin tekemään yksi kysymys enemmän, kuin mitä toimeksiantaja edellytti.

Kysymyksiä on mahdollista vielä muokata uudelleen, ennen kuin ne päätyvät PIUHA -verkkopeliin. Toimeksiantaja on ilmoittanut, että PIUHA -projektin asiantuntijat varmistavat, ettei lopulliseen peliin päädy virheellistä tai teknisesti soveltumatonta materiaalia. Projektilla on käyttöoikeudet kysymyksiin ja se voi päättää, hyödynnetäänkö kysymyksiä vai ei. Tämän opinnäytetyön myötä syntyneet kysymykset paneutuvat intraoperatiivisen verenpaineen tarkkailuun ja turvaamiseen yleisellä tasolla. Jatkokehitysesimerkkinä voidaan pitää aiheen yksityiskohtaisempaa pohdintaa sekä eri potilas- ja leikkaustauskohtaista tarkastelua. PIUHA -verkkopelin kannalta voisi olla mielekästä, että kysymyksiä olisi siitä, kuinka eri leikkaustyyppit vaikuttavat verenpaineeseen.

LÄHTEET

- Aantaa, R., Scheinin, H. & Valtonen, M. 2006. Inhalaatioanestesia, laskimoa-
nestesia ja yhdistelmäanestesia. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim.
P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 3. uud. p.
Helsinki: Duodecim.
- Aittomäki, J., Valta, P. & Salorinne, Y. 2006. Keuhkofysiologiaa anestesian
kannalta. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Ala-
huhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Albetol 10mg/ml inj, liuos. n.d. Valmisteyhteenveto. Viitattu 22.10.2013.
<http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketie-
tokanta.
- Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon. 2006. Koulutuksesta valmistu-
vien ammatillinen osaaminen, keskeiset opinnot ja vähimmäisopintopisteet.
Opetusministerion työryhmämuistioita ja selvityksiä 2006:24. Viitattu
23.10.2013. [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkai-
sut/2006/liitteet/tr24.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkai-
sut/2006/liitteet/tr24.pdf).
- Anestesia- ja sairaanhoitajan koulutus. 1996. Teoksessa Anestesiologisesta sai-
raanhoidosta perioperatiiviseen hoitotyöhön. Toim. J. Simonen. Tampere:
Suomen anestesia- ja sairaanhoitajat ry.
- Anestesia- ja sairaanhoitajan osaamisvaatimukset. 2006. Suomen Anestesia- ja
sairanhoitajat ry. – SASH. Viitattu 24.10.2013. [http://www.sash.fi/files/osaamis-
vaatimukset/anestesia- ja sairaanhoitajan_osaamisvaatimukset.pdf](http://www.sash.fi/files/osaamis-
vaatimukset/anestesia- ja sairaanhoitajan_osaamisvaatimukset.pdf).
- Bashir, R., Curcoo, S., Shora, A., Qazi, M., Faaqi, A. & Qazi, S. 2008. Hemody-
namic changes following spinal anaesthesia in patients undergoing tran-
surethral resection of prostate (TURP): A comparison between preloading
with crystalloids and no preloading. The Internet Journal of Anesthesiology
18, 1, 12. Viitattu 7.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, EBSCO.
- Bicain 2.5mg/ml inj, liuos. 2013. Valmisteyhteenveto. Viitattu 18.10.2013.
<http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketie-
tokanta.
- Bjälle, J., Haug, E., Sand, O. & Sjaastad, Ø. 2009. Ihminen – Fysiologia ja anato-
mia. 1.-6. uud. p. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.
- Boshier, P. 2006. Perspectives of Quality in Adult Learning. London: Contin-
uum International Publishing. Viitattu 25.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>,
Nelli-portaali, Ebrary.

- Burton, D., Nicholson, G. & Hall, G. 2004. Endocrine and metabolic response to surgery. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 4, 5, 144-147. Viitattu 1.11.2013. <http://ceaccp.oxfordjournals.org/content/4/5/144.full.pdf+html>.
- Cullingford, C. & Haq, N. 2009. *Computers, Schools and Students*. Ashgate Publishing Group. Abingdon. Viitattu 25.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Ebrary.
- Dopmin 40mg/ml inf konsentr, liuosta varten. n.d. Valmisteyhteenveto. Viitattu 7.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Edgcombe, H., Carter, K. & Yarrow, S. 2008. Anaesthesia in the prone position. *British Journal of Anaesthesia* 100, 2, 165–183. Viitattu 19.9.2013. <http://bja.oxfordjournals.org/content/100/2/165.full>.
- Effortil 10mg/ml inj, liuos. n.d. Valmisteyhteenveto. Viitattu 4.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Elonen, E. 2012. Anafylaksian aiheuttajat ja oireet. *Akuuttihoito-opas*. Duodecim. Viitattu 6.11.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, akuuttihoito.
- Fentanyl-Hameln 50mikrog/ml inj, liuos. n.d. Valmisteyhteenveto. Viitattu 4.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Hakala, P. & Handolin, L. 2006. *Vammapotilaan nestehoito*. Teoksessa *Nestehoito*. Toim. S. Alahuhta, T. Ala-Kokko, K. Kiviluoma, J. Perttilä, E. Ruokonen & T. Silfvast. Helsinki: Duodecim.
- Hakeudu alalle. 2013. *Sairaanhoitajaliitto*. Viitattu 12.11.2013. http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/sairaanhoitajan_tyo_ja_hoitotyon/opiskelu_sairaanhoitajaksi/hakeudu_alalle/.
- Halliwill, J., Hewitt, S., Joyner, M. & Warner, M. 1998. Effect of Various Lithotomy Positions on Lower-extremity Blood Pressure. *Anesthesiology* 89, 6, 1373–1376. Viitattu 18.9.2013 http://journals.lww.com/anesthesiology/Fulltext/1998/12000/Effect_of_Various_Lithotomy_Positions_on.14.aspx.
- Hamunen, K. & Kalso, E. 2009. *Vamman ja leikkauksen jälkeinen kipu*. Teoksessa *Kipu*. 3. uud. p. Toim. E. Kalso, M. Haanpää & A. Vainio. Helsinki: Duodecim.

Harjola, V. & Majamaa-Voltti, K. 2012. Hypertensiivisen kriisin hoito. Akuuttihoito opas. Duodecim. Viitattu 29.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, akuuttihoito.

Heino, T., Hietanen, A. & Kokko, J. 2012. Lymfaödeemapotilaan verenpaineen mittaaminen. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu, hoitotyön koulutusohjelma. Viitattu 9.10.2013. <http://publications.theseus.fi/handle/10024/54064>.

Hendolin, H. & Hirvonen, E. 1999. Vatsaleikkauspotilaan anestesia. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, J. Kanto ja J. Takala. Helsinki: Duodecim.

Hendolin, H. 2000. Kontrolloitu hypotensio. Artikkel. Finnanest 33, 2, 141–147. Viitattu 09.10.2013. http://www.finnanest.fi/files/a_hendolin.pdf.

Hiippala, S. 2006. Verivalmisteen käyttö. Teoksessa Nestehoito. Teoksessa Nestehoito. Toim. S. Alahuhta, T. Ala-Kokko, K. Kiviluoma, J. Perttilä, E. Ruokonen & T. Silfvast. Helsinki: Duodecim.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2013. Tutki ja kirjoita. 15. – 17. uud. p. Helsinki: Tammi.

Hynynen, M. & Ristikankare, A. 2006. Suonikanylointimenetelmät. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Jalonen, J. & Peltola, K. 2006. Sydänsairaus ja anestesia. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Jama, T. 2013. Verikaasuanalyysi ja happo-emästasapainon tutkiminen. Lääkärin käsikirja. Viitattu 09.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, lääkärin tietokannat.

Janhonen, S. & Vanhanen-Nuutinen, L. 2005. Asiantuntijuuden kehittyminen sosiaali- ja terveysalalla. Teoksessa Kohti asiantuntijuutta – oppiminen ja ammatillinen kasvu sosiaali- ja terveysalalla. Toim. S. Janhonen & L. Vanhanen-Nuutinen. Helsinki: WSOY.

Kalezic, N., Stojanovic, M., Ladjovic, N., Marcovic, D., Paunovic, I., Palibrk, I., Milicic, B., Sabljak, V., Antonijevic, V., Ivanovic, B., Ugrinovic, D. & Zivaljevic, V. 2013. Risk factors for intraoperative hypotension during thyroid surgery. Medical Science Monitor 19, 236-241. Viitattu 2.10.2013. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.jamk.fi:2048/pmc/articles/PMC3659157/pdf/medscimonit-19-236.pdf>.

Kallela, M. n.d. Tajunnanmenetyskohtaus. Toim. M. Mäyränpää. Kandidaattikustannus. Viitattu 17.11.2013. <http://www.therapiafennica.fi/wiki/index.php?title=Tajunnanmenetyskohtaus>.

Kalso, E., Elomaa, M., Estlander, A-M. & Granström, V. Akuutti ja krooninen kipu. Teoksessa Kipu. 3. uud. p. Toim. E. Kalso, M. Haanpää & A. Vainio. Helsinki: Duodecim.

Kalso, E. & Kontinen, V. Kivun fysiologia ja mekanismit. Teoksessa Kipu. 3. uud. p. Toim. E. Kalso, M. Haanpää & A. Vainio. Helsinki: Duodecim.

Kaukinen, S. 1999. Sydämen ja verenkierron fysiologia anestesian kannalta. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, J. Kanto ja J. Takala. Helsinki: Duodecim.

Kaukinen, S. 2001a. Perifeeriset lihasrelaksantit. Teoksessa Farmakologia ja toksikologia. Toim. M. Koulu & J. Tuomisto. 6. uud. p. verkkoversio. Viitattu 22.10.2013. <http://medicina.fi/fato/13.pdf>.

Kaukinen, S. 2001b. Yleisanestesia-aineet. Teoksessa Farmakologia ja toksikologia. Toim. M. Koulu & J. Tuomisto. 6. uud. p. verkkoversio. Viitattu 11.11.2013. <http://www.medicina.fi/fato/20.pdf>.

Kennedy, H.L., & Tea, C. 2010. Text book of Medical- Surgical Nursing. Toim. S. Smeltzer, B. Bare, J. Hinkle & K. Cheever. 12. uud. p. Wolters Kluwer health.

Ketalar 10mg/ml inj, liuos. 2013. Valmisteyhteenveto.. Viitattu 17.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.

Kinnunen, A. n.d. Verenkierron hätätilanteet. Toim. M. Mäyränpää. Kandidaattikustannus. Viitattu 7.10.2013. http://www.therapiafennica.fi/wiki/index.php?title=Verenkierron_h%C3%A4t%C3%A4tilanteet.

Kiviluoma, K. 2002. Nestehoito ja verensiirrot. Teoksessa Anestesiaopas. 2. uud. p. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, H. Hendolin, J. Jalonen & A. Yli-Hankala. Helsinki: Duodecim.

Kiviluoma, K. 2006. Lasten nestetasapainon erityispiirteet. Teoksessa Nestehoito. Toim. S. Alahuhta, T. Ala-Kokko, K. Kiviluoma, J. Perttilä, E. Ruokonen & T. Silfast. Helsinki: Duodecim.

Klopfer, E. 2008. Augmented Learning : Research and Design of Mobile Educational Games. MIT Press. Cambridge, MA, USA. Viitattu 25.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Ebrary.

Kohonnut verenpaine. 2009. Käypä hoito. Viitattu 18.11.2013. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukses/naytaartikkeli/tunnus/hoi04010>.

- Kokki, H. 2013. Perioperatiivinen lämpötalous. *Finnanest* 46, 2, 139–143. Viitattu 2.10.2013. http://www.finnanest.fi/files/kokki_perioperatiivinen_lampotalous.pdf.
- Korhonen, V. & Könönen, S. 2010. Kotihemodialyysipotilaan ohjauksen prosessikuvaus HYKSin nefrologian klinikan kotihemodialyysiyksikössä. *Opinnäytetyö*. Laurea ammattikorkeakoulu, hoitotyön koulutusohjelma. Viitattu 9.10.2013. <http://theseus17-kk.lib.helsinki.fi/handle/10024/19376>.
- Kotavainio, T., Mäenpää, L. & Kuusisto, P. 2012. Kivun lääkehoito. Sairaanhoidajan käsikirja. *Duodecim*. Viitattu 17.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.
- Kuitunen, A. 2006. Verensiirrot. Teoksessa *Anestesiologia ja tehohoito*. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Laukkanen, A. 2012. Postoperatiivisen akuutin munuaisvaurion riskitekijät ja ehkäisy. *Spirium* 47, 3, 14–15.
- Lehto, R. 2009. Leikkausasennot. Suomen anestesia-sairaanhoitajat ry:n koulutuspäivän luentomateriaali. Helsinki. Viitattu 18.9.2013. http://www.sash.fi/files/luennot_syysop_09/Leikkausasennot.pdf.
- Lehto, R. 2010. Leikkausasennot. *Spirium* 45, 1, 4-7.
- Leikkausta edeltävä arviointi. 2008. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologiyhdistys ry:n asettama työryhmä. *Duodecim*. Viitattu 1.10.2013 <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50066>.
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O. & Vierimaa, H. 2008. *Anatomia + fysiologia – Rakenteesta toimintaan*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.
- Lidocain 10mg/ml inj, liuos. n.d. Valmisteyhteenveto. Viitattu 30.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Liukas, T., Niiranen, P. & Räisänen, N. 2013. Noninvasiivinen verenpaineen seuranta. *Anestesiahoitotyön käsikirja*. *Duodecim*. Viitattu 4.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.
- Lukkari, L., Kinnunen, T. & Korte, R. 2007. *Perioperatiivinen hoitotyö*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.
- Lukkari, L., Kinnunen, T. & Korte, R. 2013. *Perioperatiivinen hoitotyö*. 1. – 3. p. Helsinki: Sanoma Pro.

- Lund, V. 2005. Akuutisti kriittisesti sairaan leikkauspotilaan preoperatiivinen optimointi – mikä on riittävää?. *Finnanest* 38, 5, 440–444. Viitattu 24.10.2013. http://www.finnanest.fi/files/oper_lund.pdf.
- Lääketieteen termit. 2013a. Hypertensio. Duodecim. Viitattu 05.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, lääketieteen termit.
- Lääketieteen termit. 2013b. Hypotensio. Duodecim. Viitattu 05.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, lääketieteen termit.
- Lääketieteen termit. 2013c. Trombosyytti. Duodecim. Viitattu 05.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, lääketieteen termit.
- MacDonald, E. & Scheinin, M. 2003. Adrenerginen neurotransmissio ja siihen vaikuttavat lääkeaineet. Teoksessa *Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia*. Toim. O. Pelkonen & H. Ruskoaho. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Midazolam accord 5mg/ml inj/inf, liuos. 2011. Valmisteyhteenveto. Viitattu 3.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Mäkelä, J. 2013. Projektipäällikkö. Jyväskylän ammattikorkeakoulun PIUHA-projekti. Haastattelu. 1.10.2013.
- Naropin 2mg/ml inj/inf, liuos. 2012. Valmisteyhteenveto. Viitattu 18.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Neo-synephrine 1 % injektioneste. 2013. Valmisteyhteenveto. Viitattu <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Nieminen, K. 2009. Olkapääleikkauspotilaan anestesia. *Spirium* 44, 4, 5-8.
- Nimbex 2mg/ml inj, liuos. 2010. Valmisteyhteenveto. Viitattu 21.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Nitropress 25 mg/ml infuusiokonsentraatti. 2013. Valmisteyhteenveto. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Noradrenalin hospira 1mg/ml inf konsentr, liuosta varten. 2011. Valmisteyhteenveto. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Nousiainen, T. 2013. Aikuisten anemian selvittely. Lääkärin käsikirja. Duodecim. Viitattu 7.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, lääkäritietokannat.

- Nurmi, J., Ahonen, T., Lyytinen, H., Lyytinen, P., Pulkkinen, L. & Ruoppila, I. 2006. Ihmisen psykologinen kehitys. Helsinki: WSOY.
- Olkkola, K. 2003. Hermo-lihasliitosta lamaavat lääkkeet. Teoksessa Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia. Toim. O. Pelkonen & H. Ruskoaho. 3.uud.p. Helsinki: Duodecim.
- Pentocur inj kuiva-aine liuosta varten. 2013. Valmisteyhteenveto. Viitattu 3.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.
- Pikkarainen, P. 2002. Hoitamisen taito. 1. – 2. p. Toim. A. Iivanainen, M. Jauhiainen & P. Pikkarainen. Helsinki: Tammi.
- Pitkänen, M. 2006. Puudutteet. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Pitkänen, O & Kaukinen, S. 2006. Sydämen ja verenkierron fysiologia anestesian kannalta. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Pitkänen, M. & Ingberg, P. 2006. Regionaalinen anestesia. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- PIUHA - Tietokoneavusteinen oppiminen ja potilasohjaus sairaalaympäristössä. n.d. Viitattu 30.9.2013. <http://www.jamk.fi/projektit/1234>.
- Reinikainen, M. 2006. Hapto-emästasapaino. Teoksessa Nestehoito. Toim. S. Alahuhta, T. Ala-Kokko, K. Kiviluoma, J. Perttilä, E. Ruokonen & T. Silfast. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Rinne, T. 2006. Plasmankorvikkeet. Teoksessa Nestehoito. Toim. S. Alahuhta, T. Ala-Kokko, K. Kiviluoma, J. Perttilä, E. Ruokonen & T. Silfast. Helsinki: Duodecim.
- Ronimus, M. 2013. Digitaalisen oppimispelin motivoivuus: Havaintoja Ekapeiliä pelanneista lapsista. NMI-Bulletin 23, 1, 4-6.
- Rosenberg, P. 2003. Puudutteet. Farmakologia ja toksikologia. Duodecim oppikirjat. Viitattu 8.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, oppiportti, farmakologia.
- Rosenberg, P. 2006. Inhalaatioanestesia-aineet. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.

- Rotko, N. 2010. Leikkausasennot anestesiologin näkökulmasta. *Finnanest* 43, 4, 312 – 318. Viitattu 2.10.2013. http://www.finnanest.fi/files/rotko_leikkausasennot.pdf.
- Ruokonen, E. 2013a. Etilefriini. Akuuttihoiton lääkkeet. Duodecim. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, akuuttihoito.
- Ruokonen, E. 2013b. Labetaloli. Akuuttihoiton lääkkeet. Duodecim. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, akuuttihoito.
- Ruokonen, E. 2013c. Nitroprussidi. Akuuttihoiton lääkkeet. Akuuttihoiton lääketietokanta. Duodecim. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, akuuttihoito.
- Ruskoaho, H. 2003. Sydän- ja verisuonisairauksien hoitoon käytettävät lääkeaineet. Teoksessa *Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia*. Toim. O. Pelkonen & H. Ruskoaho. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Sairaanhoitajan, terveydenhoitajan ja kättilön osaamisvaatimukset terveydenhuollossa. 2000. Terveydenhuollon ammatinharjoittamisen kannalta keskeisiä näkökohtia. STM. Monisteita 2000:15. Viitattu 30.10.2013. http://pre20031103.stm.fi/suomi/pao/julkaisut/mon20_15/moniste.htm.
- Salmenperä, M. & Yli-Hankala, A. 2006. Potilaan valvonta anestesian aikana. Teoksessa *Anestesiologia ja tehohoito*. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Salomäki, T. 2006a. Nestehoito toimenpiteen yhteydessä. Teoksessa *Anestesiologia ja tehohoito*. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Salomäki, T. 2006b. Opioidit. Teoksessa *Anestesiologia ja tehohoito*. Toim. P. Rosenberg, S. Alahuhta, L. Lindgren, K. Olkkola & O. Takkunen. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.
- Sand, O., Sjaastad, Ø., Haug, E. & Bjälle, J. 2011. *Ihminen - Fysiologia ja anatomia*. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Scheinin, H. & Valtonen, M. 2006. Laskimoanestesia-aineet ja sedaatiolääkkeet. Teoksessa *Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia*. Toim. O. Pelkonen & H. Ruskoaho. 3.uud.p. Helsinki: Duodecim.
- Scheinin, M. & MacDonald, E. 2003. Kolinerginen neurotransmission ja siihen vaikuttavat lääkkeet. Teoksessa *Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia*. Toim. O. Pelkonen & H. Ruskoaho. 3. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Schubert, A. 2008. Positioning Injuries in Anesthesia: An Update. *Advances in anesthesia* 26, 31-65. Viitattu 8.10.2013.

<http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CEIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fdiamondl.ca%2Fwrha%2Fseminars%2Ffile.php%3Fid%3D000132&ei=3tZoUu-bIuet4AS--ICYBg&usg=AFQjCNHa2khtSzgvpGIW1Igh7HlTpZsA6A&bvm=bv.55123115,d.bGE>.

Sevorane inhal höyry, neste. 2013. Valmisteyhteenveto. Viitattu 18.10.2013.

<http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.

Stesolid Novum 5mg/ml inj, emuls. n.d. Valmisteyhteenveto. Viitattu

3.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.

Stomberg, M., Sjöström, B. & Haljamäe, H. 2001. Routine intra-operative assessment of pain and/or depth of anaesthesia by nurse anaesthetists in clinical practice. *Journal of Clinical Nursing* 10, 429-436. Viitattu 22.10.2013.

<http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Ebsco.

Sukolin 50mg/ml inj, liuos. 2012. Valmisteyhteenveto. Viitattu 18.10.2013.

<http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.

Tenhunen, J. 2006. Ringerpohjaiset ja natriumkloridipohjaiset kirkkaat nesteet. Teoksessa *Nestehoito*. Toim. S. Alahuhta, T. Ala-Kokko, K. Kiviluoma, J. Perttilä, E. Ruokonen & T. Silfast. Helsinki: Duodecim.

Tietotekniikka sosiaali- ja terveydenhuollossa. 2001. STM. Julkaisuja. Viitattu 30.10.2013. <http://pre20031103.stm.fi/suomi/tao/julkaisut/neuvola/tietotekniikka.htm>.

Tunturi, P. 2013a. Gynekologinen asento. Anestesiahoitotyön käsikirja. Duodecim. Viitattu 25.10. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.

Tunturi, P. 2013b. Inhalaatioanesteetit (inhalaatiokaasut). Anestesiahoitotyön käsikirja. Duodecim. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.

Tunturi, P. 2013c. Opioidit. Anestesiahoitotyön käsikirja. Duodecim. Viitattu 4.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.

Tunturi, P. 2013d. Sympatomimeetit. Anestesiahoitotyön käsikirja. Duodecim. Viitattu 22.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.

Tunturi, P., Virtanen, M. & Uski, P. 2013a. Anti-Trendelenburgin asento. Anestesiahoitotyön käsikirja. Duodecim. Viitattu 25.10.

<http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.

Tunturi, P., Virtanen, M. & Uski, P. 2013b. Trendelenburgin asento. Anestesiahoitotyön käsikirja. Duodecim. Viitattu 5.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, sairaanhoitajan tietokannat.

Ultiva 1mg kuiva-aine välikonsentr inj/inf nestettä varten, liuos. 2011. Valmisteyhteenveto. Viitattu 4.10.2013. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, Terveysportti, Duodecim lääketietokanta.

Varon, J. & Marik, P. 2008. Perioperative hypertension management. Vascular Health and Risk Management 4, 3, 615-627. Viitattu 10.10.2013.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2515421/>.

Vähäkuopus, M., Ervelius, T. & Vuokila-Oikkonen, P. 2005. Oppiminen tietoverkossa. Teoksessa Kohti asiantuntijuutta – oppiminen ja ammatillinen kasvu sosiaali- ja terveysalalla. Toim. S. Janhonen & L. Vanhanen-Nuutinen. Helsinki: WSOY

Ylä-Kolu, P. 2002. Akuutin munuaisten vajaatoiminnan syyt ja patofysiologia. Viitattu 7.10.2013. Finnanest 35, 5, 383-391. http://www.finnanest.fi/files/1a_ylakolu.pdf.

LIITTEET

Liite 1: PIUHA -verkkopelin kysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia PIUHA:n tuottamaan peliin yhteensä 20 kysymystä potilaan verenpaineen turvaamisesta ja seurantamenetelmistä perioperatiivisen hoidon intraoperatiivisen vaiheen aikana.

Pääsääntöisesti kuhunkin kysymykseen laadittiin neljä (4) vastausvaihtoehtoa, joista vähintään yksi on **oikea** ja muut potilasturvallisuuden vaarantavia vaihtoehtoja. Väärät vastaukset luokiteltiin niiden haitta-asteen perusteella kolmeen eri luokkaan: 1= **lievä virhe**, 2= **haitallinen virhe**, 3= **fataali virhe**. Kaikkiin kysymyksiin 1-3 virheluokittelu ei sovellu, joten osassa kysymyksistä on päädytty luokitteluun oikein/väärin. Tällöin väärä vastaus on merkattu **"haitallisen virheen"** värikoodilla. Peliä pelaavan henkilön valitessa vastaukseksi haitallisesti tai fataalisti potilasturvallisuutta vaarantavan vaihtoehdon tai väärin vaihtoehdon, peli loppuu. Tällä tavalla peli opettaa hoitotyötä opiskelevia ja tekeviä henkilöitä huomioimaan vaaratilanteet myös tosielämässä. Haitallisia saati fataaleja virheitä ei saisi tulla.

Kaikki laaditut kysymykset ja niiden vastaukset pohjautuvat opinnäytetyön teoriaosuuteen. Sisällön oikeellisuus varmistetaan usean eri hoitotyön asiantuntijan toimesta ennen kysymysten päättymistä peliin. Kaikelle peliin viedylle materiaalille tulee löytyä tutkittuun tietoon perustuva lähde.

1.) Leikkausasento, jossa potilas on yleisanestesiassa puoli-istuvassa asennossa

- a.) ei vaikuta potilaan verenkierron tilaan, koska laskimopumput huolehtivat riittävästä laskimopaluusta.
- b.) vaikuttaa potilaan aivopaineeseen sitä nostavasti, koska leikkaus on stressi elimistölle.
- c.) vaikuttaa potilaan aivopaineeseen laskevasti, sillä anestesia-aineet lamaavat elimistön normaalit kompensaatiomekanismit.
- d.) on hemodynaamisesti vakain leikkausasento.

2.) Potilaalle tehdään laparoskooppinen hysterectomia. Leikkauksen aikana huomaat vasovagaalisesta heijasteesta johtuvan tapahtuman potilaan tilassa. Mitä anestesia-lääkärin määräämää lääkettä todennäköisimmin annat?

- a.) Potilas on liian kevyessä anestesiassa. Annan propofol (Propofol®)-boluksen sekä nopeutan propofol – infuusiota.
- b.) Vasovagaalinen vaste romahduttaa sykkeen. Annan inotrooppia ja nopeutan nesteinfuusiota.
- c.) Vasovagaalinen vaste näkyy sykkeen ja verenpaineen laskuna. Annan etilefriiniä (Effortil®).
- d.) Vasovagaalinen vaste näkyy sykkeen ja verenpaineen nousuna. Potilas kokee kipua. Annan fentanyyliä (Fentanyl®) kipuun ja labetalolia (Albetol®) hillitäkseni verenpaineen nousua.

3.) Kuinka usein elektiivisen leikkauksen aikana potilaan verenpainetta tulee mitata non-invasiivisella verenpainemittarilla, kun potilaana on perusterve aikuinen?

- a.) Ennen ja jälkeen induktion, sekä ennen potilaan herättämistä anestesiasta toimenpiteen päätyttyä
- b.) 10 minuutin välein
- c.) 5 minuutin välein
- d.) 2 minuutin välein

4.) Mikä seuraavista lääkeaineista aiheuttaa hypotensiota ja kuuluu yleisanestesian tavanomaisiin induktiolääkkeisiin?

- a.) tiopentaali
- b.) dopamiini
- c.) lidokaiini
- d.) ketamiini

5.) Elektiivinen perusterve 70-kiloinen lonkkapotilas vuotaa leikkauksen aikana yhteensä 900 ml. Potilaan Hb oli leikkausta edeltävästi 132. Voiko vuodon mielestäsi korvata kirkkailla nesteillä?

- a.) Kyllä, sillä perusterve ihminen sietää 20 % verivolyymin menetyksen ilman punasolukorvausta.
- b.) Ei, sillä potilaan menettäessä 20 % verivolyymistään, tulee vuoto ehdottomasti korvata punasoluilla.

6.) Mikä seuraavista väittämistä on totta?

- a.) Valtimoverenpainetta mittaamalla saadaan reaaliaikaista tietoa potilaan verenpaineen vaihteluista.
- b.) Liian pienellä noninvasiivisella verenpainemansetilla saadaan todellisia pienempiä verenpainelukemia.
- c.) Kylkiasennossa olevalle potilaalle tulisi asettaa verenpainemansetti ensisijaisesti päällimmäiseen käsivarteeseen.
- d.) Lymfaödeemapotilaalta ei tulisi koskaan mitata verenpainetta reidestä.

7.) Verenpaine =

- a.) kiertävä verivolyymi x syke
- b.) sydämen minuuttivolyymi x syke
- c.) verenkierron ääreisvastus x sydämen iskutilavuus
- d.) verenkierron ääreisvastus x minuuttivolyymi

8.) Miksi anestesian aikana tarkkaillaan potilaan verenpainetta?

- a.) Anestesia-aineilla on vaiennettu verenkiertoa suojaavien refleksien toiminta
- b.) Verenpainetta ei tarkkailla anestesian aikana muuta kuin kriittisesti sairailta potilailla
- c.) Jotta anestesiahoitaja voisi havaita homeostaasin häiriöitä
- d.) Jotta pystytään arvioimaan potilaan nestetarvetta

9.) Milloin intraoperatiivisessa vaiheessa hypotensiota yleisimmin ilmenee?

- a.) Anestesian induktiovaiheessa, kun potilaalle on injisoitu anestesia-aineita
- b.) Herättelyvaiheessa, jolloin parasympaattinen hermosto aktivoituu anestesia-aineiden vaikutuksen lakatessa
- c.) Leikkauksen loppuvaiheessa, jolloin kirurginen stimulaatio on päätynyt
- d.) Liian kevyen anestesian yhteydessä

10.) Mikä tai mitkä tekijät aiheuttavat intraoperatiivista hypertensiota?

- a.) hypoventilaatio
- b.) hypovolemia
- c.) kipu
- d.) lääkeaineen aiheuttama anafylaksia

11.) Mikä seuraavista leikkausasennoista on hemodynamiikan kannalta vakain?

- a.) litotomia-asento
- b.) vatsa-asento
- c.) anti-Trendelenburgin asento
- d.) selkäasento

12.) Mitä voi seurata intraoperatiivisesta hypotensiosta?

- a.) sydäninfarkti
- b.) munuaisvaurio
- c.) sokeutuminen
- d.) aivoinfarkti

13.) Miksi intraoperatiivista kipua tulee hoitaa?

- a.) Akuutin kivun tehokas hoitaminen ehkäisee kivun kroonistumista.
- b.) Koska kipu voi aiheuttaa hypertensiota, nostattaa sykettä ja lisää elimistön hapenkulutusta.
- c.) Jotta välttyttäisiin hypotensiolta ja hengityslamalta. Huonokuntoisten potilaiden leikkauksissa kipua hyödynnetään hengitystä ja verenkiertoa tehostavana stimulaationa.
- d.) Kipua ei tarvitse erikseen hoitaa. Kipu aktivoi sympaattista hermostoa, jolloin lisääntynyt verenkierto edistää kudosparanemista.

14.) Mikä seuraavista pätee Trendelenburgin asentoon?

- a.) Sydämen esikuorma lisääntyy.
- b.) Sydämen minuuttivolyymi pienenee.
- c.) Hypovolemia voi jäädä havaitsematta hemodynamiikan muutosten vuoksi.
- d.) Aitiopaineoireyhtymän riski kasvaa.

15.) Mitä tarkoittaa TIVA?

- a.) Inhalaatioanestesiakaasuihin perustuvaa anestesiaa
- b.) Inhaloitavien ja laskimonsisäisten anesteettien yhtäaikaista käyttöä
- c.) Leikkauksen jälkeistä hengityslaitehoitoa
- d.) Laskimonsisäisiin lääkkeisiin perustuvaa anestesiaa

16.) Epiduraalipuudutuksen vaikutus verenpaineeseen. Mikä väittämistä on totta?

- a.) Epiduraalipuudutuksessa käytettävä Tuohy – neula on paksu, joten sen aiheuttama ärsytys nostaa merkittävästi verenpainetta.
- b.) Epiduraalipuudutuksessa käytettävä puudute salpaa sympaattista hermostoa ja laskee verenpainetta.
- c.) Epiduraalipuudutuksessa puuduteaine viedään kovakalvon ulkopuoliseen rasvakudokseen, joten sillä ei ole vaikutusta verenpaineeseen.
- d.) Epiduraalipuudutuksissa käytettävät puudutteet ovat turvallisia, eikä niiden päätyminen systeemiverenkiertoon aiheuta muutoksia hemodynamiikassa.

17.) Kummalla seuraavista inhalaatioanesteeteista on suurina annostuksina verenpainetta nostava vaikutus?

- a.) Sevofluraani
- b.) Desfluraani
- c.) Ei kummallakaan
- d.) Molemmilla

18.) Yhdistä yhteensopiva lääke sekä seuraus

- 1. Etilefriini
- 2. Noradrenaliini
- 3. Dopamiini
- 4. Fenyylielfriini

- a. tehostaa sydämen pumppaustoimintaa
- b. infuusion äkillinen lopettaminen voi romahduttaa verenpainetason
- c. lisää kiertävää verivolyymiä tehostamalla laskimotonusta
- d. voi aiheuttaa reflektorista bradykardiaa

19.) Mikä seuraavista väittämistä on oikein?

- a.) Labetaloli sopii akuutin hypotension hoitoon laskimoita supistavan vaikutuksen vuoksi
- b.) Labetalolia käytetään hypertensiivisen kriisin hoidossa sillä se vähentää merkittävästi sydämen minuuttivolyymiä sekä laajentaa perifeeristä suonistoa
- c.) Natriumnitroprussidi on turvallinen vaihtoehto hypertension hoitoon, sillä lääkkeelle ei ole asetettu annosylärajaa, eikä se reagoi merkittävästi yleisimpien anestesia-aineiden kanssa
- d.) Natriumnitroprussidi laajentaa sekä laskimoita että valtimoita. Lääkeannoksen vaihtelut voivat aiheuttaa suuriakin muutoksia verenpaineessa, joten invasiivinen verenpaineen mittaaminen on tarpeen

20.) Mikä tai mitkä seuraavista spinaalipuudutuksia koskevista väittämistä on/ovat totta?

- a.) Puudutteen leviäminen kraniaalissuunnassa voi aiheuttaa hypertensiivisen kriisin
- b.) Puudutteen leviäminen kraniaalissuunnassa voi aiheuttaa totaalispinaalin
- c.) Bupivakaiini, jota käytetään yleisesti spinaalipuudutuksissa aiheuttaa vasokonstriktion myötä verenpaineen nousua
- d.) Spinaalipuudutus laajentaa laskimoita, mikä aiheuttaa hypotensiota

21.) Mikä seuraavista väittämistä on väärin?

- a.) Ydinlämmön lasku lisää potilaan vuotoherkkyyttä.
- b.) Anestesia-aineiden verisuonia laajentavan vaikutuksen vuoksi lämmön haihtuminen lisääntyy.
- c.) Potilaan lämpötilalla ei ole merkitystä lääkeainevasteissa.
- d.) Potilaalle annettavat i.v. -nesteet tulisi lämmittää, mikäli nesteitä infusoidaan yli 500 ml.